ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 22 JUIN 1959.

PRÉSIDENCE DE M. ALBERT PORTEVIN.

PRÉSENTATION DE SAVANTS ÉTRANGERS.

M. **Louis Leprince-Ringuet** signale à l'Académie la présence de M. **Adriaan Hendrik Aten**, Professeur extraordinaire à l'Université d'Amsterdam, Directeur scientifique de l'Institut pour la Recherche de Physique nucléaire, M. **Georges Chaudron** celle de M. **Leo Cavallaro**, Professeur et Directeur de l'Institut de Chimie de l'Université de Ferrare, et M. **Henri Humbert** celle de M. **Jesus M. Idrobo**, Professeur à l'Institut des sciences naturelles et à la Faculté de Pharmacie de l'Université nationale de Colombie, à Bogota. M. le Président leur souhaite la bienvenue et les invite à prendre part à la séance.

OUVRAGES PRÉSENTÉS OU REÇUS. CORRESPONDANCE.

L'Académie est informée du VI[e] **Congrès international des maladies de la poitrine**, organisé par l'American College of Chest Physicians, qui aura lieu à Vienne, Autriche, du 28 août au 1[er] septembre 1960.

M. **Corneille Heymans** adresse quelques tirages à part de ses travaux de Pharmacodynamie.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° *Introduction aux nombres transcendants*, par M. Theodor Schneider. Traduit par M. Pierre Eymard.

2° Congrès géologique international. Commission de stratigraphie. *Lexique stratigraphique international.* Volume II : *U. R. S. S.* (sous la direction de B. K. Likharev). Fascicule 4 : *Bibliographie. Index des*

auteurs. Index stratigraphique. Index alphabétique. Liste des auteurs des articles.

3° *L'industrie atomique en France et dans le monde*, par CLAUDE BENOIT.

4° Birmingham Natural History and Philosophical Society. *Centenary Celebrations*, 1958. *The records of the Society and the story they tell*, by K. L. KENRICK.

5° LADISLAV DUBAY. *Malý rusko-slovenský lekársky slovník* (*Petit dictionnaire médical russe-slovaque*).

6° VLADÍMIR PIŠÚT. *Základy Röntgenodiagnostiky v internej praxi* (*Principes de radiodiagnostic dans la pratique médicale interne*).

7° VOJTECH BÁRDOŠ. *Všeobecná epidemiologia* (*Epidémiologie générale*).

8° *Some Notes on the Royal Swedish Academy of science* (*Kungl. Svenska Vetenskapsakademien*), by ARNE HOLMBERG. Second revised edition.

ÉLECTIONS, COMMISSIONS, PRÉSENTATIONS, DÉLÉGATIONS.

Dans la formation d'une liste de candidats à la Chaire de Physique végétale du Muséum national d'Histoire naturelle, pour la première ligne, M. *Pierre Donzelot* obtient 47 suffrages contre 3 à M. *Jean Lavorel*. Il y a 1 bulletin blanc.

Pour la seconde ligne, M. *Jean Lavorel* obtient 40 suffrages; il y a 5 bulletins blancs.

En conséquence, la liste présentée à M. le Ministre de l'Éducation Nationale comprendra :

En première ligne.............. M. **PIERRE DONZELOT**.
En seconde ligne................ M. **JEAN LAVOREL**.

NOTICES NÉCROLOGIQUES.

Notice nécrologique sur Hilmar Johannes Backer, *Correspondant de l'Académie,*

par M. **Gabriel Bertrand.**

Hilmar Johannes Backer est né le 13 janvier 1882 à Dordrecht, en Hollande. Il a fait ses études à l'Université de Leyde où il a eu comme professeurs Van Bemmelen, Franchimont, Lorentz, Schreinemakers.

Il fut promu docteur ès sciences à Leyde en 1911 avec une thèse sur les *Nitramines et leur réduction électrolytique.* Il alla travailler en 1911-1912 dans le laboratoire Davy-Faraday de l'Institut royal de Londres, alors dirigé par Sir James Dewar. De retour à Leyde il fut assistant de Franchimont jusqu'en 1914, devint chimiste au Ministère des Finances à Amsterdam, et, en 1916, il fut nommé Professeur de Chimie organique à l'Université de Groningue, poste qu'il occupa brillamment jusqu'à l'âge de sa retraite.

Ses publications scientifiques sont très nombreuses et semblent tout d'abord porter sur une multitude de sujets. Il faudrait des pages entières pour en donner seulement les titres. En fait, on peut les grouper en deux parties principales : la première, consacrée à des travaux de Chimie organique pure, ayant donné lieu à environ 200 Mémoires, et la seconde, commençant une dizaine d'années plus tard, ayant pour objet la Chimie végétale. Cette seconde partie s'est poursuivie sans interruption des recherches de la première.

Les travaux de Chimie pure débutent par la préparation de la thèse de doctorat. L'emploi de l'électricité pour réduire certaines substances de nature organique avait, depuis les recherches classiques de Elbs, Haber et autres, causé un vif intérêt, aussi bien dans les laboratoires scientifiques que chez les techniciens. Backer choisit d'utiliser le même moyen pour réduire le groupement nitro dans le cas où l'instabilité des composés causerait quelques difficultés. Il étudia à cet effet la réduction du groupement $-NO_2$, lié au groupement $-NH_2$ des nitramines primaires et secondaires, substances dérivées par hydrolyse d'une classe de composés découverte par Franchimont et appelée nitramides.

Le terme de la réduction cherchée était une hydrazine, mais en passant par une phase intermédiaire, très instable, pouvant s'isomériser en diazoïque, ou réagir avec les substances de départ et d'arrivée. Il a fallu à Backer

trouver les conditions, variables selon les nitramines expérimentées, pour aboutir aux meilleurs rendements possibles : opérer sans échauffement, tenir compte de la réaction du milieu, de la nature des électrodes, de l'intensité du courant, etc. Dans la plupart des cas, un tube de plomb, enroulé en spirale, a servi d'anode et fonctionnait en même temps comme réfrigérant, tandis qu'un tube d'étain ou une toile de cuivre étamé jouait le rôle de cathode. D'ordinaire, la liqueur anodique était de l'acide sulfurique dilué à 20 % pour les réductions en milieu acide et une solution de carbonate de sodium pour les réductions alcalines. Comme liquide cathodique, selon qu'elle devait être alcaline, neutre ou plus ou moins acide, une solution d'acétate de sodium, de sulfate de sodium, d'acide sulfurique dilué ou d'acide acétique étendu était employée.

En faisant varier ces conditions selon les substances à réduire, Backer a réussi à obtenir avec de bons rendements une importante série d'hydrazines. On trouve la description de ces expériences et de ces résultats, non seulement dans sa thèse, mais, rapportée avec détails, en langue française, dans trois Mémoires du *Recueil des Travaux chimiques des Pays-Bas et de la Belgique*, publiés en 1912 et 1913.

Après les événements de l'avant-dernière guerre mondiale, Backer reprit ses recherches de laboratoire et publia, en 1921, une étude sur la réaction de l'acide α-sulfopropionique avec quelques monoamines et diamines aromatiques, pris sur les sels cobalteux et cuivriques tant simples que composés des acides sulfonacétique et α-sulfopropionique, sur l'acide α-sulfobutyrique et ses composants stéréoisomères.

L'acide sulfobutyrique était obtenu en faisant agir une molécule d'anhydride sulfurique sur une molécule d'acide butyrique. Il se formait de l'acide butyrylsulfurique qui se transformait spontanément en l'acide cherché. Celui-ci était un mélange de deux isomères, droit et gauche, dont le premier a été cristallisé à l'état de sel de strychnine, tandis que le second, restant dans l'eau-mère, a pu être séparé le mieux après avoir été amené à l'état de sel de quinine. Une étude détaillée a été faite des deux acides et d'un nombre important de leurs sels minéraux et organiques.

Approfondissant cette série de recherches, Backer a préparé et étudié l'acide bromosulfoacétique et son dédoublement optique (avec H. M. Mook); puis, avec A. Blœmen, l'acide β-sulfobutyrique ainsi que les composants actifs de cet acide racémique et leurs principaux sels. Ensuite les acides dihalogène-méthane-sulfoniques, l'acide α-sulfo-*n*-valérique (avec Toxopeus), les acides sulfopyrotartriques (avec Buining), l'acide α-sélénio-propionique et son dédoublement optique (avec Van Dam), l'acide disulfosuccinique (avec Van den Zanden), etc.

Il a continué ces préparations et ces études d'une manière presque ininterrompue durant toute sa carrière de professeur, remplaçant le soufre par le sélénium ou le tellure, changeant la longueur des chaînes carboxy-

liques, introduisant tantôt du chlore, tantôt du brome dans la molécule, amputant ou remplaçant de toutes manières par une autre telle ou telle partie de l'édifice moléculaire, mettant à la disposition des chimistes un nombre de plus en plus élevé d'exemples pour leur permettre d'élucider les rapports qui existent entre la constitution chimique et les propriétés de la matière.

Backer ne s'est pas seulement attaché avec la constance et le succès que je viens d'évoquer aux problèmes de Chimie organique pure, il s'est occupé avec non moins d'intérêt de questions touchant à la Chimie végétale.

En 1938, il a étudié, en collaboration avec N. H. Haack, le principe vésicant du latex de Renghas ou *Semecarpus heterophylla* Bl., arbre de la famille des Anacardiacées qui croît dans les Indes néerlandaises où sa présence est très redoutée. Le latex existe dans toutes les parties de l'arbre. C'est du fruit que Backer a isolé le principe toxique à l'état pur, sous forme d'un liquide visqueux, presque incolore, distillant sous une pression très réduite. Il ressemble beaucoup à l'urushiol retiré de la laque japonaise par Majima et ses collaborateurs en 1922; il n'en diffère que par deux atomes d'hydrogène en plus. Backer a démontré que le nouveau principe, le renghol, est, comme celui de l'arbre japonais, un dérivé de pyrocatéchol, mais avec une chaîne en $C_{15}H_{29}$ au lieu de $C_{15}H_{27}$.

Les fruits d'une autre espèce de Rengha, du *Gluta Renghas* L., renferment également un latex à propriétés vésicantes. Backer et ses collaborateurs en ont retiré le principe actif, le *glutarenghol*, et lui ont attribué une constitution analogue à celles des deux substances précédentes, mais avec une chaîne en $C_{17}H_{29}$.

Or, en poursuivant l'étude du laccol que j'avais isolé du latex de l'arbre à laque du Tonkin, le *Rhus succedanea* L., en 1894, j'étais arrivé à le considérer comme du pyrocatéchol portant une chaîne latérale en $C_{16}H_{29}$. Il n'est guère possible d'être assuré par l'analyse élémentaire des formules de substances à poids moléculaires aussi élevés que celles dont il est question ici. Avec Backer et Haack, nous avons convenu de mettre en commun nos résultats et il est ressorti de cette confrontation que le laccol naturel et le laccol obtenu cette fois par synthèse, ainsi que leurs dérivés de laboratoire, présentaient réciproquement les mêmes caractères et devaient être représentés avec une chaîne latérale de formule $C_{17}H_{31}$.

Cette conclusion a eu pour conséquence d'entraîner la conviction que le glutarenghol avait une chaîne latérale en C_{17} comme le laccol, tandis que l'urushiol et le renghol en avaient une en C_{15}.

Backer a étudié un peu plus tard, aussi avec Haack, le principe vésicant de la noix d'*Anacardium occidentale* L. Ce principe ou *cardol* possède la structure de l'urushiol, à cela près que la position des deux oxhydriles phénoliques est un peu différente.

A cet ensemble de travaux, il faut ajouter ceux entrepris sur l'acide

anacardique qui accompagne le cardol et sur l'acide pélandjauique de l'huile de *Pentaspadon Motleyi*, toujours de la famille des Anacardiacées qu'on retire du bois et de l'écorce et emploie contre les maladies de la peau. L'acide anacardique et l'acide pelandjauique sont voisins réciproquement de l'urushiol et du laccol : ils en ont la même chaîne latérale, mais liée à de l'acide salicylique et non à du pyrogallol.

Ces relations entre des composants chimiques de certaines plantes et celles existant, d'autre part, au point de vue morphologique, entre les mêmes plantes, sont tout à fait intéressantes en ce qui concerne la synthèse naturelle et la physiologie végétale.

Backer était dans son pays membre de l'Académie royale des Sciences, membre d'honneur de la Société chimique des Pays-Bas et chevalier de l'ordre du « Nederlandse Leeuw ».

A l'étranger, il était docteur *honoris causa* de l'Université de Gand et membre du Conseil scientifique de l'Institut Solvay.

Il est venu à Paris en 1950 faire une conférence à la séance annuelle de la Société chimique de France sur « les propriétés du groupe sulfonyle », dans laquelle il a exposé ses plus récents travaux.

En 1952, il a été reçu docteur *honoris causa* par l'Université de Lille.

Backer était très attaché à tout ce qui regarde la France où il n'a manqué ni d'amis, ni d'admirateurs. Il a publié ses Mémoires, en langue française, dans le *Recueil des Travaux chimiques des Pays-Bas et de la Belgique*, parfois aussi dans le *Bulletin de la Société chimique de France*.

Tenant compte de la haute valeur des travaux scientifiques de H. J. Backer, notre Académie l'a élu à une grande majorité le 23 novembre 1953 à la place de correspondant, devenue vacante par la nomination de M. Karrer comme associé étranger.

Hilmar Johannes Backer est mort à Glimmen le 29 avril 1959.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

HYDRAULIQUE. — *Pseudo-période et amortissement des oscillations entretenues dans une cheminée d'équilibre.* Note (*) de M. **Léopold Escande.**

Deux abaques fournissent la pseudo-période et le rapport des amplitudes de deux oscillations consécutives.

Rappelons quelques résultats concernant une chambre d'équilibre à section constante F dans le cas où il existe un dispositif d'asservissement temporaire de la puissance électrique à la puissance hydraulique aisant correspondre à une hauteur de chute

$$H = H_0(1 + \lambda),$$

une puissance

$$QH = Q_0 H_0 (1 + K\lambda), \qquad \text{avec} \quad 0 < K < 1.$$

Un calcul tout à fait analogue à celui qui aboutit à la condition classique de Thoma conduit, avec les mêmes notations entre grandeurs relatives, à l'équation différentielle :

(1) $$\frac{d^2 x}{dt'^2} - 2a\frac{dx}{dt'} + bx = 0,$$

avec

(2) $$a = 2\pi\left[\frac{1-K}{2h_0} - p_0\right],$$

(3) $$b = 4\pi^2\left[1 - \frac{2(1-K)p_0}{h_0}\right].$$

Les valeurs de p_0 et h_0 intervenant dans les applications sont telles qu'on a toujours :

$$\frac{2(1-K)p_0}{h_0} < 1 \qquad \text{et donc} \quad b > 0.$$

Le demi-discriminant Δ' de l'équation caractéristique

(4) $$\Delta' = 4\pi^2\left[\left(\frac{1-K}{2h_0} + p_0\right)^2 - 1\right] = 4\pi^2\left[\frac{1-K}{2h_0} + p_0 + 1\right]\left[\frac{1-K}{2h_0} + p_0 - 1\right]$$

est négatif dans le cas de

(5) $$p_0 < 1 - \frac{1-K}{2h_0}.$$

Limitons-nous à ce cas pour lequel naissent des oscillations de la forme

(6) $$x = A\, e^{at'} \sin\left[\sqrt{b - a^2}\, t' + \mu\right].$$

Ces oscillations sont amorties si l'on a

$$(7) \qquad a < 0 \quad \text{ou} \quad \frac{2p_0 h_0}{1-K} > 1.$$

Cette condition se met aisément sous la forme

$$(8) \qquad \frac{2p_0 h_0}{1-K} = \frac{F}{(1-K)\dfrac{W_0^2}{2g}\dfrac{Lf}{H_0 P_0}} = \frac{F}{F_0} = \varphi > 1,$$

avec

$$(9) \qquad F_0 = (1-K)F_{TH} = (1-K)\frac{W_0^2}{2g}\frac{Lf}{H_0 P_0}.$$

La stabilité exige que les oscillations soient amorties, c'est-à-dire que la section F doit être supérieure à la section limite F_0, elle-même égale au produit par $1-K$ de la section limite de Thoma F_{TH}.

Il nous a paru intéressant d'établir des abaques donnant directement en fonction de p_0 et du rapport

$$(10) \qquad \frac{1}{\varphi} = \frac{F_0}{F} = \frac{(1-K)F_{TH}}{F},$$

les valeurs des rapports

$$(11) \qquad \frac{1}{T'_0} = \frac{T}{T_0} \quad \text{et} \quad \lambda = \frac{x_2}{x_1},$$

T_0 étant la pseudo-période des oscillations, T la période du système canal d'amenée-chambre d'équilibre, x_2 et x_1 les amplitudes de deux oscillations successives séparées d'une pseudo-période T_0.

Il résulte des équations (6) et (8) qu'on a :

$$(12) \qquad \frac{1-K}{2h_0} = \frac{p_0}{\varphi},$$

$$(13) \qquad T'_0 = \frac{T_0}{T} = \frac{1}{\sqrt{1-\left[p_0+\dfrac{1-K}{2h_0}\right]^2}} = \frac{1}{\sqrt{1-p_0^2\left[1+\dfrac{1}{\varphi}\right]^2}},$$

$$(14) \qquad \lambda = \frac{x_2}{x_1} = e^{aT'_0} \quad \text{ou} \quad aT'_0 = \text{Log}_e \lambda$$

soit encore

$$(15) \qquad \text{Log}_e \lambda = \frac{2\pi p_0\left[\dfrac{1}{\varphi}-1\right]}{\sqrt{1-p_0^2\left[1+\dfrac{1}{\varphi}\right]^2}}.$$

Les abaques des figures 1 et 2 donnent respectivement $1/T'_0$ et λ en fonction de p_0 et $1/\varphi$.

La condition (5) donne $\varphi > p_0/(1-p_0)$ avec $p_0 < 1$.

Les abaques sont établis pour des valeurs de $1/\varphi$ allant jusqu'à $1/10^e$ et partant :

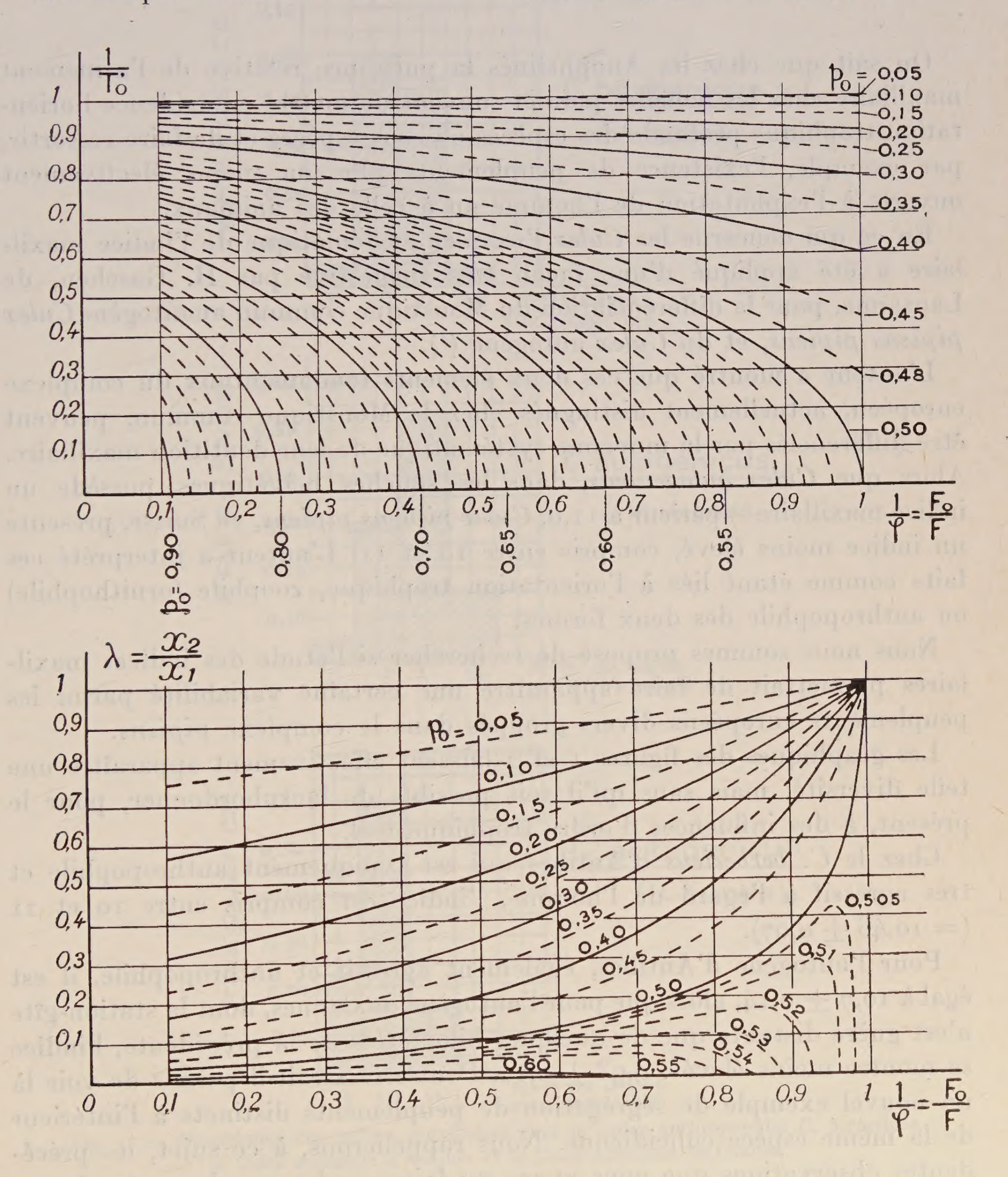
1° de $1/\varphi = 1$ pour $0 < p_0 < 0,5$ oscillation sinusoïdale correspondant aux valeurs : $1/T'_0 = \sqrt{1-4p_0^2}$ et $\lambda = 1$;

2° de $1/\varphi = (1-p_0)/p_0$ pour $0,5 < p_0 < 1$, solution apériodique amortie pour laquelle on a $1/T' = 0$ et $\lambda = 0$.

Cas de la marche à puissance constante. — C'est le cas le plus fréquent où il n'existe pas de dispositif d'asservissement et où l'on a

$$K = 0, \qquad F_0 = F_{TH}, \qquad \varphi = \frac{F}{F_{TH}}.$$

Les abaques fournissent immédiatement les valeurs de $1/T_0$ et de λ



(*) Séance du 15 juin 1959.

ENTOMOLOGIE MÉDICALE. — *Les indices maxillaires dans l'interprétation du complexe biologique, chez le Moustique commun, européen,* Culex pipiens L. Note de MM. **Émile Roubaud** et **Sabbas Ghelelovitch.**

L'étude des indices de l'armement maxillaire permet de mettre en évidence une différenciation de peuplements divers, dans le complexe du Moustique commun *Culex pipiens* et de ses sous-espèces.

On sait que chez les Anophélinés la puissance relative de l'armement maxillaire chez les femelles permet souvent de mettre en évidence l'orientation trophique profonde des espèces ou sous-espèces et de faire ressortir, par exemple, l'existence de peuplements plus ou moins électivement ouverts à l'exploitation de l'homme ou à celle des animaux.

En ce qui concerne les *Culex* l'examen systématique de l'indice maxillaire a été appliqué d'une façon très suggestive par H. Gaschen, de Lausanne, pour la différenciation du Moustique commun anautogène *Culex pipiens pipiens*, et du *Culex* autogène [1].

L'auteur a montré que ces deux éléments fondamentaux du complexe européen, actuellement distingués chez le Moustique commun, peuvent être différenciés par la moyenne systématique de leur dentition maxillaire. Alors que *Culex autogenicus*, dans les souches helvétiques, possède un indice maxillaire supérieur à 11,0, *Culex pipiens pipiens*, en Suisse, présente un indice moins élevé, compris entre 10 et 11. L'auteur a interprété ces faits comme étant liés à l'orientation trophique, zoophile (ornithophile) ou anthropophile des deux formes.

Nous nous sommes proposé de rechercher si l'étude des indices maxillaires permettait de faire apparaître une certaine variabilité parmi les peuplements européens divers groupés dans le complexe *pipiens*.

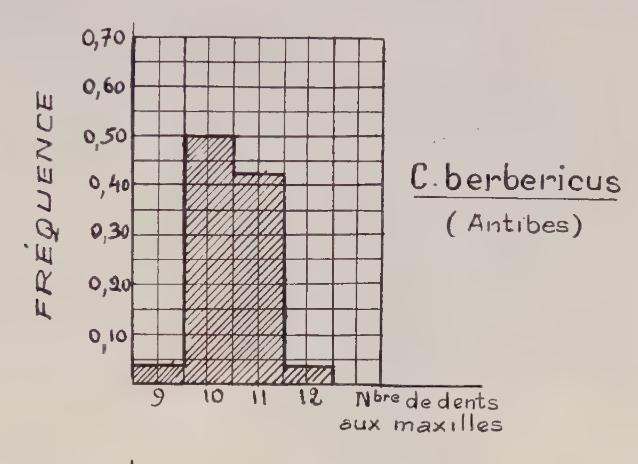
Les graphiques des figures 1 et 2 laissent effectivement apparaître une telle diversité, mais sans qu'il soit possible de la subordonner, pour le présent, à des influences d'ordre trophique réel.

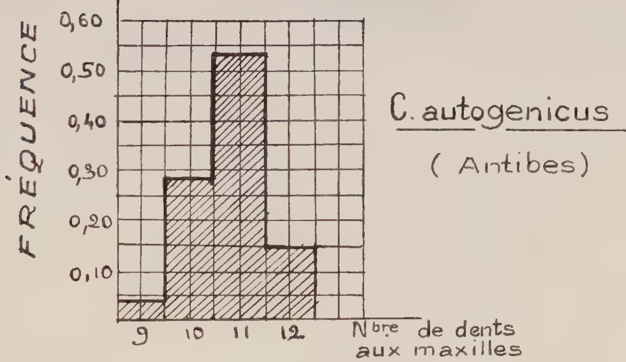
Chez le *C. berbericus* d'Antibes qui est typiquement anthropophile et très agressif à l'égard de l'homme, l'indice est compris entre 10 et 11 ($= 10{,}46 \pm 0{,}07$).

Pour l'autogène d'Antibes, également agressif et anthropophile, il est égal à $10{,}7 \pm 0{,}14$, alors que pour l'autogène de Cannes, dont la station-gîte n'est guère distante que de quelques kilomètres de la précédente, l'indice se montre moins élevé : $9{,}93 \pm 0{,}12$. Peut-être serait-il permis de voir là un nouvel exemple de ségrégation de peuplements distincts à l'intérieur de la même espèce culicidienne. Nous rappellerons, à ce sujet, les précédentes observations que nous avons pu faire sur les peuplements géographiques du *pipiens* tropical *C. fatigans* [2]. Les divers indices relevés pour les populations, actuellement étudiées, de ce *Culex*, nous ont permis de

prévoir l'existence d'un complexe génotypique, défini par la différenciation des indices des souches ci-après :

Souche Dakar : indice 10,4 ± 0,24;
» Côte-d'Ivoire : » 9,71 ± 0,06;
» Nouméa : » 10,60 + 0,08.





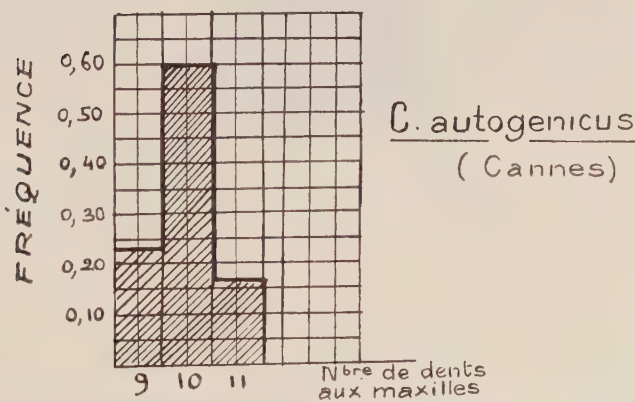


Fig. 1. — Graphiques des indices maxillaires chez le *Culex* anthropophile *C. berbericus*, le *Culex* autogène d'Antibes et le *Culex* autogène de Cannes.

Enfin nous insisterons sur la différenciation des indices mise en évidence dans les graphiques de la figure 2 qui ont trait à deux souches du *Culex*

anautogène commun *C. pipiens pipiens*. Le nombre des dents maxillaires varie de 9 à 12 chez le *pipiens* de la souche dite de Normandie (graphique du haut) et le mode de la courbe de distribution des fréquences s'établit, pour ces moustiques, sur les maxilles à 11 dents.

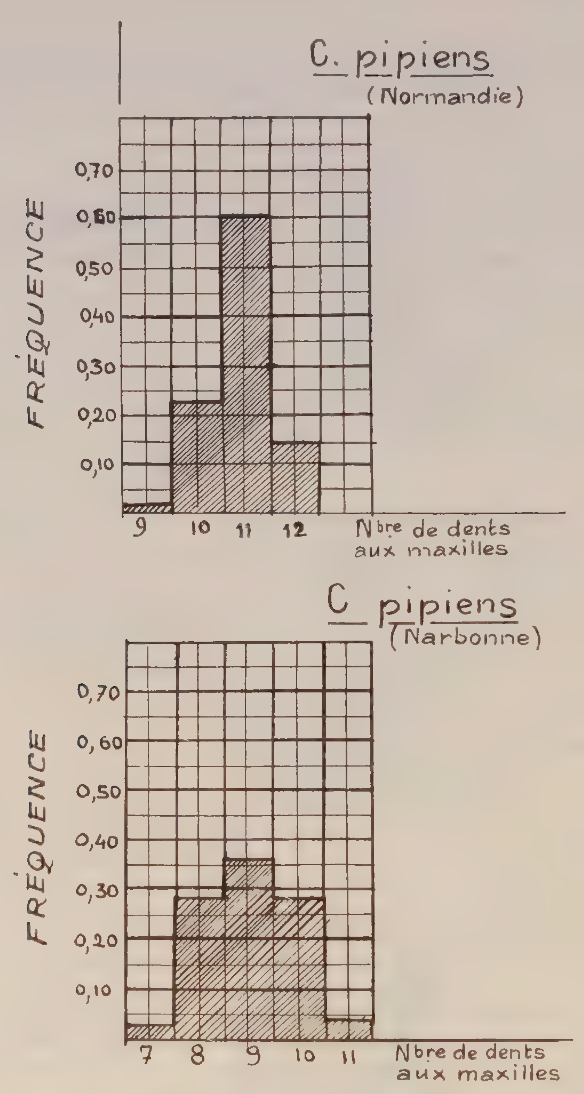


Fig. 2. — Graphiques comparés des indices maxillaires étudiés chez deux souches différentes de *C. pipiens pipiens* à diapause hivernale atténuée.

Dans la souche de Narbonne, au contraire (graphique du bas), le nombre des dents maxillaires varie de 7 à 11, avec un mode pour 9 dents.

Ces deux souches de *pipiens* appartiennent l'une et l'autre à un type biologique affecté de reproduction sub-continue, qui ne subit pas de diapause prolongée au cours de l'hiver, mais seulement un état de subdiapause ([3]). Nous avons marqué ce caractère pour la souche dite de Normandie ([4]). Quant au moustique de Narbonne, recueilli par M. J. Hamon

à l'automne de l'an dernier dans la ville, il a manifesté, le 15 novembre 1958 à Paris, une très forte agressivité ornithophile expérimentale.

Les différences relevées dans les indices maxillaires entre ces deux représentants du *pipiens pipiens* laissent penser qu'on est, là encore, en présence d'entités distinctes, malgré la similitude apparente de leur biologie sur laquelle les éléments de connaissance nécessitent encore des études plus poussées.

En résumé, il apparaît que l'étude de l'armement maxillaire constitue pour la différenciation des éléments du complexe biologique, dans l'ensemble génotypique du *pipiens*, un test dont l'intérêt ne saurait être négligé.

(1) *Bull. Soc. Vaudoise des Sciences naturelles*, 66, n° 289, 1955, p. 125-140.
(2) É. Roubaud et S. Ghelelovitch, *Comptes rendus*, 248, 1959, p. 49.
(3) É. Roubaud, *Bull. Soc. Path. Exot.*, 51, n° 4, juillet-août 1958, p. 520-524.
(4) É. Roubaud et J. Colas-Belcour, *Comptes rendus*, 246, 1958, p. 857.

(*Institut Pasteur, Service d'Entomologie médicale et C. N. R. S.*)

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
PRÉSENTÉS OU TRANSMIS PAR LES MEMBRES ET CORRESPONDANTS.

ALGÈBRE. — *Filtration d'un anneau local déduite d'une valuation.*
Note (*) de M. **Jacques Augier**, présentée par M. René Garnier.

On trouvera ici quelques résultats sur la filtration définie sur un anneau local par une valuation discrète dominant cet anneau.

Données. — Un anneau A local, intègre, de dimension $d \geqq 2$; $\mathfrak{m}$ son idéal maximal, K son corps des fractions, v une valuation discrète de K dominant A, B et $\mathfrak{p}$ l'anneau et l'idéal de v ($A \subset B$ et $\mathfrak{p} \cap A = \mathfrak{m}$),

$$\mathfrak{m}_n = \mathfrak{p}^n \cap A = \{ x \in A \mid v(x) \geqq n \}.$$

On définit l'entier $\varphi(n)$ par $\mathfrak{m}_n \subset \mathfrak{m}^{\varphi(n)}$, $\mathfrak{m}_n \not\subset \mathfrak{m}^{\varphi(n)+1}$. On a $\varphi(n) < +\infty$.

On sait [(2), th. 2] que si A est analytiquement irréductible (i. e. si son complété $\mathfrak{m}$-adique est intègre), en particulier, ici, si A est complet, alors le degré de transcendance de $B/\mathfrak{p}$ sur $A/\mathfrak{m}$ est au plus $d-1$.

Nous allons étudier le comportement de $\varphi(n)$ dans les deux cas suivants :

1. *Cas où* $B/\mathfrak{p}$ *est une extension algébrique de degré fini de* $A/\mathfrak{m}$. — On démontre d'abord les lemmes suivants (les lemmes 2 et 3 sont classiques).

Lemme 1. — *Soit* $G = \sum_{n=0}^{+\infty} G^{(n)}$ *un anneau gradué intègre tel que* $G^{(0)}$ *soit un corps et que la dimension de l'espace vectoriel* $G^{(n)}$ *sur* $G^{(0)}$ *soit majorée. Alors* G *est nœthérien.*

Corollaire. — *Avec les données ci-dessus, si* $B/\mathfrak{p}$ *est une extension algébrique de degré fini de* $A/\mathfrak{m}$, *alors* $G(A) = \sum_{n=0}^{+\infty} \mathfrak{m}_n/\mathfrak{m}_{n+1}$ *est nœthérien.*

Lemme 2. — *Soit* $G = \sum_{n=0}^{+\infty} G^{(n)}$ *un anneau gradué.* « G *est nœthérien* » *équivaut à* « $G^{(0)}$ *est nœthérien et* G *est engendré sur* $G^{(0)}$ *par un nombre fini d'éléments homogènes* ».

Lemme 3. — $G(A) = \sum_{n=0}^{+\infty} \mathfrak{m}_n/\mathfrak{m}_{n+1}$ *est un anneau intègre.*

Le résultat établi est le suivant :

Théorème 1. — *Si* $B/\mathfrak{p}$ *est une extension algébrique de degré fini h de* $A/\mathfrak{m}$ *la suite* $\varphi(n)$ *est stationnaire; autrement dit, le filtre de base* $(\mathfrak{m}^n)$ *est strictement plus fin que le filtre de base* $(\mathfrak{m}_n)$.

Pour établir ce résultat, on construit une suite $\{b_n\}$ $(b_n \in A)$, telle que $v(b_n) > v(b_{n-1})$ et $o(b_n) = o(b_{n-1})$ [pour $x \in A$, $o(x)$ désigne l'entier k tel que $x \in \mathfrak{m}^k$ $x \notin \mathfrak{m}^{k+1}$].

On montre d'abord qu'il existe $N > 0$ et des éléments $a_n \in A$ tels que, pour $n \geq N$, on ait $v(a_n) > o(a_n)$. Ceci est possible parce que la dimension de A est $d \geq 2$; en effet, après avoir trouvé a_n satisfaisant à $a_n \in \mathfrak{m}_{n^d}$, $a_n \notin \mathfrak{m}^{2hqn}$ (q entier > 0), (en utilisant le fait que la longueur de $A/\mathfrak{m}^n$ est polynomiale de degré d, pour n grand), on en déduit $n^d > 2hqn$ pour n assez grand.

La considération de $G(A) = \sum_{n=0}^{+\infty} \mathfrak{m}_n/\mathfrak{m}_{n+1}$ et l'application des lemmes 1, 2 et 3, permettent ensuite de trouver un polynome

$$P_n(X_1, \ldots, X_m) \in A[X_1, \ldots, X_m],$$

à coefficients non dans $\mathfrak{m}$, et des éléments $t_1, \ldots, t_m$ de A tels que [$g(x)$ désignant, pour $x \in A$, la forme initiale de x dans $G(A)$] $g(a_n) = g(P_n(t_1, \ldots, t_m))$, et par suite $v(a_n - P_n(t_1, \ldots, t_m)) > v(a_n)$. Enfin on peut choisir n (il suffit de le prendre assez grand) pour que $o(a_n - P_n(t_1, \ldots, t_m)) = o(a_n)$.

On pose $b_0 = a_n$, $b_1 = a_n - P_n(t_1, \ldots, t_m)$, et la suite $\{b_n\}$ se construit par récurrence en réitérant le procédé ci-dessus.

Complément au théorème 1. — Le résultat subsiste quand A n'est pas local, si $\mathfrak{m}$ est un idéal maximal de type fini, et si le degré du polynome $P(n) = l(A/\mathfrak{m}^n)$, ($n$ assez grand), est au moins égal à 2, comme c'est le cas pour $A = k[X_1, \ldots, X_p]$, $p \geq 2$, k corps, avec $\mathfrak{m} = (X_1, \ldots, X_p)$. Démonstration identique.

Corollaire. — *Si, outre les hypothèses précédentes, on suppose A nœthérien et complet, l'extension $B/\mathfrak{p}$ de $A/\mathfrak{m}$ ne peut pas être algébrique de degré fini.*

En effet, quand A est complet, le filtre de base $(\mathfrak{m}_n)$ est plus fin que celui de base $(\mathfrak{m}^n)$ [théorème de Chevalley, ([1]), chap. I, n° 3, prop. 2].

2. *Cas d'une valuation homogène d'un anneau de séries formelles.* — Le théorème 2 et ses corollaires sont également valables pour un anneau de polynomes, $\mathfrak{m}$ étant l'idéal engendré par les indéterminées.

Soit $A = k[[X_1, \ldots, X_n]]$, k étant un corps.

Une valuation v sur A est dite *homogène* si la valuation de chaque série est égale au minimum des valuations de ses monomes. On peut alors calculer $\varphi(n)$ exactement. Nous poserons $\alpha = \max(v(X_i))$.

Théorème 2. — *Si la valuation v est homogène, on a $\varphi(n) = n/\alpha$ si α divise n, $\varphi(n) = [n/\alpha] + 1$ si α ne divise pas n; ($[n/\alpha]$ désigne la partie entière de n/α).*

Il suffit de raisonner sur des monomes; posons $v_i = v(X_i)$. On a $n = v_i q_i + r_i$, $r_i < v_i$, et $q_1 \leq q_i$ si l'on suppose $v_1 \geq v_i$. On montre que, pour un monome $\lambda X_1^{p_1} \ldots X_h^{p_h} \in \mathfrak{m}_n$, on a $q_1 \leq \sum_{i=1}^{h} p_i$ si $v_1 = \alpha$ divise n,

$q_1 \leq \sum_{i=1}^{h} p_i - 1$ si v_1 ne divise pas n. Il y a égalité pour $X_1^{q_1}$ dans le premier cas, pour $X_1^{q_1+1}$ dans le second. On en déduit $\varphi(n)$.

Corollaire 1. — *La fonction* φ *est convexe :* $\varphi(p+q) \leq \varphi(p) + \varphi(q)$, *quels que soient* p *et* $q > 0$.

Corollaire 2. — $\varphi(n) \to +\infty$ *quand* $n \to +\infty$,

$$\frac{\varphi(n)}{n} \geq \frac{1}{\alpha} \quad et \quad \frac{\varphi(n)}{n} \to \frac{1}{\alpha} = \min\left(\frac{1}{v(X_i)}\right).$$

Nous avons enfin :

Proposition 1. — *Si* A *est un anneau de séries formelles, et si* $B/\mathfrak{p}$ *est une extension transcendante de degré* $d-1$ [*valeur maximum*, cf. (2)] *de* $A/\mathfrak{m}$, *et si* $(\psi(X_i/X_1))$ *est une base de transcendance de* $B/\mathfrak{p}$ *sur* $A/\mathfrak{m}$, (ψ *désigne l'application canonique de* B *sur* $B/\mathfrak{p}$), *alors la valuation* v *est homogène.*

Vérification d'abord sur les polynomes homogènes, puis sur les séries quelconques.

On a donc ici un cas où le degré de transcendance de $B/\mathfrak{p}$ sur $A/\mathfrak{m}$ est égal à sa plus grande valeur possible $d-1$, et où $\varphi(n)/n \geq \beta > 0$, [$\varphi(n) \to +\infty$]. Ceci est à rapprocher du résultat de 1, où le degré de transcendance est 0, et où $\varphi(n)/n \to 0$, [$\varphi(n)$ stationnaire].

(*) Séance du 15 juin 1959.

(1) P. Samuel, *Mém. Sc. Math.*, 123, 1953.

(2) O. Zariski, *Proc. Nat. Acad. Sc.*, 35, n° 1, 1949, p. 62-66.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Interpolation d'espaces de Banach et applications.* Note (*) de M. **Emilio Gagliardo**, présentée par M. Jacques Hadamard.

Suite des Notes (I) et (II).

1. Considérons deux couples d'espaces de Banach A, B et A′, B′ [avec $A \cap B$ et $A' \cap B'$ satisfaisant aux propriétés [2.I] de la Note (II)], et deux transformations linéaires et continues respectivement de A dans A′ et de B dans B′, qui coïncident dans $A \cap B$. On peut alors prolonger ces transformations en une transformation T linéaire et continue de l'espace E [envisagé dans (II)] dans E′ (défini de façon analogue à partir de A′, B′). Plus généralement on peut donner la

[1.I]. Définition. — *On dit que la transformation* T *de l'espace de Banach* E *dans l'espace de Banach* E′ *est « quasi linéaire »* [1] *par rapport aux sous-espaces* E_i *de* E′ *si à tout couple* u, λ *avec* $u \in E$, $Tu \in E_i$, λ *réel, on peut associer* $u' \in E_i$, *et à tout couple* v, $w \in E$ *avec* $Tv \in E_i$, $Tw \in E_j$, *on peut associer* $v' \in E_i$, $w' \in E_j$ *de telle façon que*

$$T(\lambda u) = \lambda u', \qquad \| u' \|_{E_i} \leqq c_0 \| Tu \|_{E_i},$$
$$T(v + w) = v' + w', \qquad \| v' \|_{E_i} \leqq c_1 \| Tv \|_{E_i}, \qquad \| w' \|_{E_j} \leqq c_1 \| Tw \|_{E_j}.$$

[1.II]. Théorème. — *Soit* T *une transformation de* E *dans* E′ *quasi linéaire par rapport à* A′, B′, *et qui transforme* A *dans* A′, B *dans* B′ *de telle façon que*

$$\| Tv \|_{A'} \leqq H \| v \|_{A}, \qquad \| Tw \|_{B'} \leqq K \| w \|_{B} \qquad (H, K > 0).$$

Soit C *un espace de Banach intermédiaire entre* A *et* B *donné par une fonctionnelle* F[M] *quasi linéaire, de type positif, et quasi continue, et soit* C′ *l'espace intermédiaire entre* A′ *et* B′ *donné par la même fonctionnelle.*

Alors T *transforme* C *dans* C′ *et l'on a*

$$\| Tu \|_{C'} \leqq J \| u \|_{C} \qquad (J > 0).$$

[1.III]. Remarque. — *Si* F[M] *satisfait à*

$$F[\{(\lambda x, y)\}] = \lambda^{1-\theta} F[\{(x, y)\}], \qquad F[\{(x, \lambda y)\}] = \lambda^{\theta} F[\{(x, y)\}]$$

on a

$$J = c_3 H^{1-\theta} K^{\theta} \qquad (\textit{avec } c_3 = 1 \textit{ si la transformation } T \textit{ est linéaire}).$$

2. La théorie générale que nous venons d'esquisser va donner, lorsqu'on prend pour A et B des espaces fonctionnels de l'Analyse, de très nombreux théorèmes d'interpolation. (Nous construirons, notamment, les espaces d'interpolation des espaces W_p^r de S. L. Sobolev.) Nous nous bornons, pour l'instant, aux espaces L_p.

Il s'agit de choisir de façon convenable la fonctionnelle F[M] envisagée dans la Note (II). Soit L la frontière du domaine M. On peut considérer les

fonctionnelles suivantes :

$$(2.1) \qquad F_\theta[M] \equiv F_\theta[L] = \sup x^{1-\theta} y^\theta \qquad [(x, y) \in L,\ 0 \leqq \theta \leqq 1];$$

$$(2.2) \quad F_{\alpha\beta\gamma\delta}[M] \equiv F_{\alpha\beta\gamma\delta}[L] = \left(\int_L x^\alpha y^\beta \,|\, dx \,|^\gamma \,|\, dy \,|^\delta\right)^{\frac{1}{\alpha+\beta+1}} \qquad (\alpha, \beta, \gamma, \delta \geqq 0,\ \gamma+\delta = 1)\ (^2).$$

On obtient, par exemple, un théorème de M. Riesz-J. Marcinkiewicz [3] sous la forme :

[2.I]. Théorème. — *Soit* T *une transformation quasi linéaire* [*au sens de* [1]] *qui transforme* $L_p(\Omega)$ *dans* $L_{p'}(\Omega')$ $(p' \geqq p)$, *et* $L_q(\Omega)$ *dans* $L_{q'}(\Omega')$ $(q' \geqq q)$ [4], *de telle façon que*

$$\| Tv \|_{L_{p'}(\Omega')} \leqq H \| v \|_{L_p(\Omega)}, \qquad \| Tw \|_{L_{q'}(\Omega')} \leqq K \| w \|_{L_q(\Omega)}.$$

On a alors

$$\| Tu \|_{L_{r'}(\Omega')} \leqq c_4 H^{1-\theta} K^\theta \| u \|_{L_r(\Omega)} \quad (^5),$$

avec

$$\frac{1}{r} = \frac{1-\theta}{p} + \frac{\theta}{q}, \qquad \frac{1}{r'} = \frac{1-\theta}{p'} + \frac{\theta}{q'} \qquad (0 \leqq \theta \leqq 1) \quad (^6).$$

On démontre aussi le

[2.II]. Théorème. — *Soient* μ_0, μ_1 *deux mesures définies sur* Ω, *et* μ_θ *la mesure donnée par* $\mu_\theta(I) = \int_I f_0^{1-\theta} f_1^\theta \, d\mu\ (0 < \theta < 1)$, *avec* $\mu = \mu_0 + \mu_1$, *et* f_0, f_1 *définies par* $\mu_i(I) = \int_I f_i(x)\, d\mu\ (i = 1, 2)$.

Soient μ'_0, μ'_1, μ'_θ *analoguement définies sur* Ω'.

Soit T *une transformation quasi linéaire* [*au sens de* [1]] *telle que*

$$\| Tv \|_{L_p(\Omega', \mu'_0)} \leqq H \| v \|_{L_p(\Omega, \mu_0)}, \qquad \| Tw \|_{L_p(\Omega', \mu'_1)} \leqq K \| w \|_{L_p(\Omega, \mu_1)} \qquad (1 < p \leqq +\infty).$$

On a alors

$$\| Tu \|_{L_p(\Omega', \mu'_\theta)} \leqq c_5 H^{1-\theta} K^\theta \| u \|_{L_p(\Omega, \mu_\theta)} \quad (^7).$$

(*) Séance du 8 juin 1959.

[1] Soient E, E′ deux classes de *fonctions*. On dit qu'une transformation $u \to Tu$ de E dans E′ est « quasi linéaire » si l'on a (presque partout) : $|T(\lambda u)| \leqq c_0 |\lambda T u|$ (λ réel, $c_0 > 0$); $|T(u_1 + u_2)| \leqq c_1(|Tu_1| + |Tu_2|)$ $(c_1 > 0)$. En autres termes, on suppose que, à tout couple u, λ ($u \in E$, λ réel), on peut associer une fonction $\varphi(x)$, et à tout couple u_1, $u_2 (\in E)$ on peut associer un couple de fonctions $\psi(x)$, $\chi(x)$, de telle façon que $T(\lambda u) = \varphi(x)\lambda T(u)$, $T(u_1 + u_2) = \psi(x) T u_1 + \chi(x) T u_2$, avec $|\varphi(x)| \leqq c_0$, $|\psi(x)| \leqq c_1$, $|\chi(x)| \leqq c_1$. Cette notion est donnée lorsqu'on introduit dans E′ des normes telles que $\| f(x) g(x) \| \leqq c_2 \sup |f(x)| . \| g(x) \|$ et donc est généralisée par [1.I].

[2] La norme envisagée dans la Note (I) est équivalente à (2.2) (avec $\beta = \gamma = 0$).

[3] M. Riesz, *Acta Math.*, 49, 1926, p. 465-497.

[4] Si T est linéaire alors les conditions $p' \geqq p$, $q' \geqq q$ peuvent être supprimées.

[5] Tous les espaces $L_p(\Omega)$, $L_{p'}(\Omega')$ peuvent être pris par rapport à deux mesures μ, μ' arbitraires.

[6] Si $p = +\infty$, $q = 1$, la constante c_4 ne dépend pas de r. Cela donne une contribution à la résolution d'une question signalée par A. Zygmund, *J. Math. pures et appl.*, (9), 35, 1956, p. 223-248.

[7] Si T est « sublinéaire » [c'est-à-dire satisfait aux conditions données dans [1] avec $c_0 = c_1 = 1$] les théorèmes [2.I] et [2.II] sont contenus dans un théorème de E. M. Stein et G. Weiss, *Trans. Amer. Math. Soc.*, 87, 1958, p. 159-172.

ÉQUATIONS AUX DÉRIVÉES PARTIELLES. — *Un théorème d'existence et unicité dans les équations de Navier-Stokes en dimension 2.* Note de MM. **Jacques-Louis Lions** et **Giovanni Prodi**, présentée par M. Jean Leray.

Démonstration de l'unicité des solutions turbulentes de Leray (1) des équations de Navier-Stokes, en dimension 2.

Les notations sont celles de (2); rappelons-les brièvement : Ω est un ouvert de R^2; H est l'espace de Hilbert des fonctions $f=(f_1, f_2)$, où $f_i \in L^2(\Omega)$, *réelle*; si f, $g \in H$, on posera

$$(f, g)=\int_\Omega (f_1 g_1 + f_2 g_2)\,dx, \qquad |f|=(f, f)^{\frac{1}{2}};$$

on désigne par V le complété, pour la norme hilbertienne

$$\left(\int_\Omega (\psi_1^2+\psi_2^2+(\operatorname{grad}\psi_1)^2+(\operatorname{grad}\psi_2)^2)\,dx\right)^{\frac{1}{2}},$$

des fonctions $\psi=(\psi_1, \psi_2)$, où ψ_i est une fois continûment différentiable à support compact dans $\overline{\Omega}$, nulle sur la frontière de Ω, avec $\operatorname{div}\psi = 0$. Pour u, $v \in V$, on pose

$$((u, v))=\sum_{i,j}\int_\Omega (D_i u_j)(D_i v_j)\,dx, \qquad D_i=\frac{\partial}{\partial x_i}, \qquad \|u\|=((u, u))^{\frac{1}{2}}.$$

Enfin pour u, v, w dans V, on pose

$$b(u, v, w)=\sum\int_\Omega u_k(D_k v_i)\,w_i\,dx.$$

Si X est un espace de Hilbert quelconque, on désigne par $L^p(0, T; X)$ (resp. $L^p_{loc}(0, \infty; X)$) l'espace des fonctions de puissance $p^{\text{ième}}$ sommable sur $(0, T)$ (resp. pour tout T fini), à valeurs dans X.

Théorème. — *La dimension est 2. On donne une fonction f dans $L^2_{loc}(0, \infty; H)$, et a dans $\overline{V}$ = adhérence de V dans H. Alors il existe une fonction u et une seule qui vérifie*

(1) $$u \in L^2_{loc}(0, \infty; V), \qquad u \in L^\infty_{loc}(0, \infty; H),$$

(2) $$\int_0^\infty \{-(u(t), \Phi'(t)) + \nu((u, (t), \Phi(t))) - b(u(t), \Phi(t), u(t))\}\,dt = \int_0^\infty (f(t), \Phi(t))\,dt + (a, \Phi(0)),$$

pour toute fonction Φ continue à support compact dans $t \geq 0$, à valeurs dans V, avec $\Phi'=(d/dt)\,\Phi \in L^2(0, \infty; H)$.

Les fonctions u vérifiant (1) et (2) sont essentiellement les solutions turbulentes de Leray [1].

Existence. — Le résultat d'existence est une généralisation des résultats de [1], [3] et une variante de [4]; la démonstration est immédiate en utilisant les majorations *a priori* de [2] et la méthode de Faedo-Galerkine, comme dans [3] et [5].

Unicité. — 1° Soit v une deuxième solution de (1), (2); on prolonge les fonctions u et v par 0 pour $t < 0$, et l'on pose $w = u - v$. Si Φ désigne une fonction continue à support compact à valeurs dans V, définie sur $(-\infty, +\infty)$, avec Φ' dans $L^2(-\infty, \infty; H)$, on a

$$(3) \qquad \int_{-\infty}^{+\infty} \{-(w(t), \Phi'(t)) + \nu((w(t), \Phi(t)))\}\, dt = \int_{-\infty}^{+\infty} \{b(w(t), \Phi(t), u(t)) + b(v(t), \Phi(t), w(t))\}\, dt.$$

2° Soit $L^4 = L^4(\Omega) \times L^4(\Omega)$; si $f = (f_1, f_2) \in L^4$, on pose

$$|f|_{L^4} = \left(\int_\Omega f_1^4\, dx\right)^{\frac{1}{4}} + \left(\int_\Omega f_2^4\, dx\right)^{\frac{1}{4}}.$$

D'après l'inégalité utilisée dans [4], [6], on a

$$|u(t)|_{L^4}^2 \leq k_1 |u(t)| . \|u(t)\| \quad [7],$$

d'où suit que toute fonction u qui vérifie (1) a la propriété

$$(4) \qquad u \in L^4(0, T; L^4) \qquad \text{pour tout T fini.}$$

3° Soit T fini fixé quelconque, $s \in]0, T[$. On pose

$$\theta_{n,s}(t) = \theta(t) = \left\{1 \text{ si } t \leq s,\ n\left(s + \frac{1}{n} - t\right) \text{ si } s \leq t \leq s + \frac{1}{n},\ 0 \text{ si } t \geq s + \frac{1}{n}\right\};$$

on désigne par $\rho_m(t)$ une fonction indéfiniment différentiable paire, $\rho_m(t) \geq 0$, à support dans $(-1/m, 1/m)$, $\int \rho_m(t)\, dt = 1$. Soit enfin

$$(5) \qquad \Phi_{n,m,s} = \Phi = ((\theta w) \star \rho_m)\, \theta.$$

Il est loisible de prendre dans (3) la fonction Φ définie par (5).

On note que la fonction ρ_m étant *paire*,

$$\int_0^{+\infty} (\theta w, ((\theta w) \star \rho_m)')\, dt = 0.$$

En utilisant (4) et notant que $b(v(t), \theta(t) w(t), \theta(t) w(t)) = 0$ p. p., on obtient à partir de (3) [où Φ est définie par (5)], en faisant tendre m vers l'infini :

$$-\int \theta\theta' |w(t)|^2\, dt + \nu \int \|\theta w(t)\|^2\, dt = \int b(\theta(t) w(t), \theta(t) w(t), u(t))\, dt.$$

On fait maintenant tendre n vers l'infini dans cette relation. Comme

$$-\int \theta\theta' \,|\, w(t)\,|^2\, dt \to \frac{1}{2}\,|\, w(s)\,|^2$$

sur l'ensemble de Lebesgue de la fonction $t \to |\, w\,(t)\,|^2$, on en déduit

$$(6)\quad |\, w(s)\,|^2 + 2\nu \int_0^s \|\, w(t)\,\|^2\, dt = 2\int_0^s b(w(t),\, w(t),\, u(t))\, dt \quad \text{p. p.,} \qquad s \in (0,\, T).$$

Comme

$$|\, b(w(t),\, w(t),\, u(t))\,| \leq k_2\,|\, w(t)\,|_{L^4}\,\|\, w(t)\,\|\,|\, u(t)\,|_{L^4},$$

on en déduit par application de l'inégalité déjà utilisée en 2°,

$$\left| 2\int_0^s b(w(t),\, w(t),\, u(t))\, dt \right| \leq 2\nu \int_0^s \|\, w(t)\,\|^2\, dt + k_3 \int_0^s |\, u(t)\,|_{L^4}^4\, |\, w(t)\,|^2\, dt,$$

d'où

$$|\, w(s)\,|^2 \leq k_3 \int_0^s |\, u(t)\,|_{L^4}^4\,|\, w(t)\,|^2\, dt \quad \text{p. p.,} \qquad s \in (0,\, T).$$

Comme d'après (4) la fonction $t \to |\, u\,(t)\,|_{L^4}^4$ est sommable sur (0, T), on en déduit que $w = 0$ p. p. dans (0, T), d'où le théorème d'unicité.

Remarque. — La construction (5) de Φ est très voisine d'une construction donnée par Lions, Cours Peccot (1959), à propos de problèmes linéaires; une construction très semblable a été donnée indépendamment par G. Prodi, 2e cycle des Séminaires d'Analyse de Pise (1959) (à paraître aux *Annali di Mat.*). Voici cette dernière construction : $\theta_{n,s}$ et ρ_m étant choisis, comme ci-dessus, on prend

$$\Phi(t) = \theta_{n,s}(t)\, \psi_m(t), \qquad \psi_m(t) = ts^{-1}\, w(s) + w^\star \star \rho_m \star \rho_m(t),$$

où $w^\star\,(t) = w\,(t) - ts^{-1}\, w\,(s)$ dans $(0,\, s)$, 0 ailleurs.

On porte cette fonction Φ dans (3); faisant tendre n vers l'infini, on obtient, p. p. en s :

$$(7)\quad (w(s),\, \psi_m(s)) + \int_0^s \{ -(w,\, \psi'_m) + \nu((w,\, \psi_m)) \}\, dt = \int_0^s \{ b(w,\, \psi_m,\, u) + b(v,\, \psi_m,\, w) \}\, dt$$

et faisant tendre m vers l'infini dans (7), on obtient (6).

(1) J. Leray, *J. Math. pures et appl.*, 13, 1934, p. 331-418; *Acta Math.*, 63, 1934, p. 193-248.

(2) J. L. Lions, *Comptes rendus*, 248, 1959, p. 2847.

(3) E. Hopf, *Math. Nachr.*, 4, 1950-1951, p. 213-231.

(4) O. A. Ladyzenskaya, *Doklady*, 123, 1958, p. 427-430.

(5) A. A. Kicelev et O. A. Ladyzenskaya, *Isvestia Akad. Nauk*, 21, 1957, p. 655-680.

(6) Des inégalités plus générales sont dues à E. Gagliardo et L. Nirenberg, *Congrès Inter. Math.*, 1958.

(7) Les k_i désignent des constantes diverses.

CALCUL NUMÉRIQUE. — *Sur la détermination des nombres de stabilité et du nombre chromatique d'un graphe.* Note de M. **Khaled Maghout**, transmise par M. Georges Darmois.

L'utilisation de l'algèbre de Boole permet une détermination simple des ensembles extérieurement stables minimaux, et des ensembles intérieurement stables maximaux, et d'arriver par ces derniers à déterminer le nombre chromatique d'un graphe.

Étant donné les opérations (.), (+), (′) dans l'algèbre de Boole, correspondant respectivement à (et), (ou), (pas), dans l'algèbre des propositions (2) on aura à utiliser les propriétés

$$a + ab = a, \tag{1}$$

$$(a + bc)(b + ad) = (a + bc)(b + d). \tag{2}$$

Pour trouver les ensembles extérieurement stables minimaux, exprimons qu'un tel ensemble contient, pour chaque sommet du graphe $G = (X, \Gamma)$, ou bien le sommet lui-même, ou bien un de ses descendants immédiats. La propriété (1) nous permet de trouver, par cette méthode, tous les ensembles extérieurement stables minimaux. Ainsi pour le graphe de la figure 4-11, p. 42 de [1], on a

$$\begin{aligned} T &= a(b + a)(c + a + e)(d + b + e)(e + b)(f + g + b)(g + e) \\ &= abe + abg + aef + aeg. \end{aligned}$$

Les ensembles $\{a, b, e\}$, $\{a, b, g\}$, $\{a, e, f\}$, $\{a, e, g\}$, sont les ensembles extérieurement stables minimaux, d'où le nombre de stabilité externe $\beta(G) = 3$.

Au lieu des ensembles intérieurement stables maximaux S_i, cherchons des ensembles complémentaires $S'_i = X - S_i$ qui sont minimaux.

Exprimons donc dans une fonction logique S' qu'on obtient un tel ensemble en prenant pour un sommet quelconque x de X, soit le sommet x, soit tous les sommets adjacents à x; donc pour le graphe précédent, on a

$$\begin{aligned} S' &= (a + bc)(b + afed)(c + ae)(d + be)(e + bdg)(f + bg)(g + ef) \\ &= (a + bc)(b + fed)(c + e)(d + e)(e + g)(f + g) \\ &= abeg + abef + adef + bcdg + bcef + bceg. \end{aligned}$$

L'utilisation de la matrice associée nous permet aussi d'écrire facilement S'. On peut aussi compléter par symétrie la matrice et ne considérer que sa moitié, d'après la propriété (2).

	a.	*b*.	*c*.	*d*.	*e*.	*f*.	*g*.
S_1	0	0	1	1	0	1	0
S_2	0	0	1	1	0	0	1
S_3	0	1	1	0	0	0	1
S_4	1	0	0	0	1	1	0
S_5	1	0	0	1	0	0	1
S_6	1	0	0	1	0	1	0

La figure 1 nous donne les ensembles intérieurement stables maximaux, d'où $\alpha(G) = 3$.

Cette table et ces ensembles nous permettent de déterminer le nombre chromatique $\gamma(G)$, qui est le nombre minimum d'ensembles intérieurement stables recouvrant X. Puisqu'on connaît tous les ensembles intérieurement stables maximaux, exprimons que pour colorier un sommet quelconque x il faut choisir un des ensembles stables qui le contiennent [*voir* (3), chap. 5, pour une méthode analogue dans les problèmes des circuits électriques]; donc on a

$$X = (S_4 + S_5 + S_6).S_3.(S_1 + S_2 + S_3)(S_1 + S_2 + S_5 + S_6).S_4.(S_1 + S_4 + S_6)(S_2 + S_3 + S_5)$$
$$= S_3.S_4.(S_1 + S_2 + S_5 + S_6)$$

Il faut donc utiliser trois couleurs : pour S_3, S_4, et l'un des ensembles S_1, S_2, S_5, S_6; d'où $\gamma(G) = 3$.

(1) C. BERGE, *Théorie des graphes et ses applications*, 1958.
(2) BIRKHOFF et MAC LANE, *A survey of modern algebra*, 1954.
(3) S. M. CALDWELL, *Switching circuits and logical design*, 1958.

DYNAMIQUE DES FLUIDES. — *Écoulement hypersonique d'un fluide parfait sur une aile mince comportant un bord d'attaque émoussé.* Note de M. **Jean-Pierre Guiraud**, présentée par M. Maurice Roy.

1. Dans une Publication antérieure [1] l'écoulement sur une plaque plane comportant un bord d'attaque émoussé a été étudié. Les méthodes utilisées peuvent être étendues à l'étude d'écoulements bidimensionnels sur un profil mince ou une ogive mince de révolution dont la pointe est émoussée.

Soit a l'épaisseur du bord d'attaque, et $r=f(x)$ l'équation du profil ou de l'ogive; l'effet du bord d'attaque revient à créer une couche d'entropie dans laquelle l'écoulement est du type écoulement de source, sans gradient de pression normalement à l'obstacle. Il en résulte que l'écoulement conventionnel de la théorie hypersonique des petites perturbations s'effectue sur un obstacle fictif $r=r_e(x)$ constitué par la frontière extérieure de la couche d'entropie. Les méthodes de [1] permettent alors de montrer que, si $p(x)$ désigne la pression à l'abscisse x sur l'obstacle, on a (l'indice ∞ caractérise l'écoulement incident uniforme)

$$r_e(x)=\left\{[f(x)]^{1+\varepsilon}+\alpha a^{1+\varepsilon}\left[\frac{p_\infty}{p(x)}\right]^{\frac{1}{\gamma}}\right\}^{\frac{1}{1+\varepsilon}}. \tag{1}$$

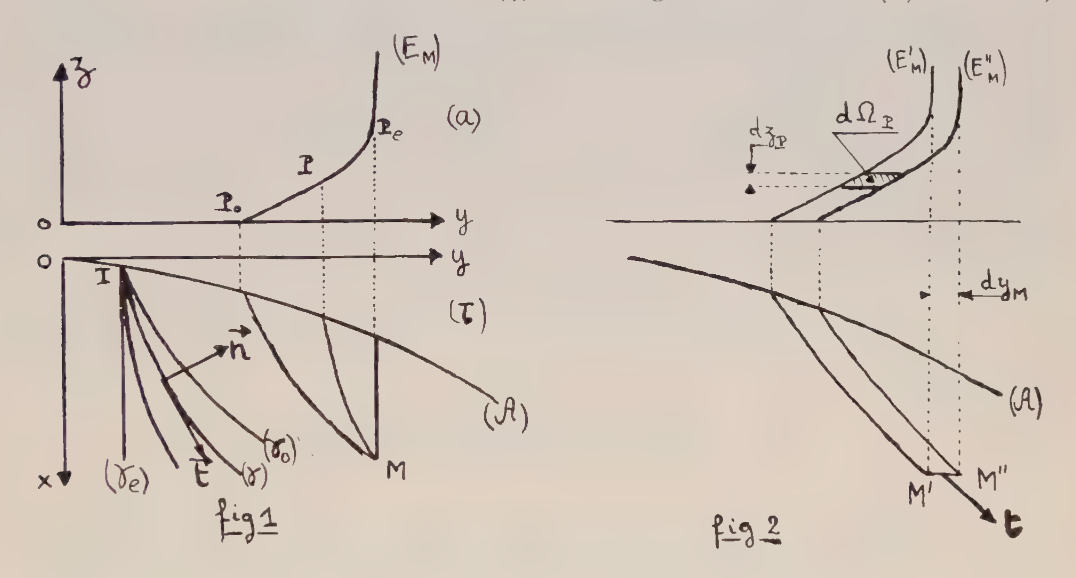
Dans cette formule, $\varepsilon=0$ ou 1 selon qu'il s'agit d'un écoulement plan ou de révolution, et α est un paramètre qui caractérise l'effet de bord d'attaque, lequel se calcule comme suit : soit S l'entropie spécifique et ρ la masse spécifique du gaz dont l'équation d'état est $p/p_\infty=[\rho/\rho_\infty \mathrm{G}(\mathrm{S})]^\gamma$, enfin, soit $\psi=\rho_\infty \mathrm{U}_\infty[a^{1+\varepsilon}/(1+\varepsilon)]\bar{\psi}$ la fonction de courant, alors on a

$$\alpha=\int_0^{\delta}\mathrm{G}[\mathrm{S}(\bar{\psi})]\,d\bar{\psi}. \tag{2}$$

Dans cette formule, $\mathrm{S}(\bar{\psi})$ désigne l'entropie immédiatement en aval de l'onde de choc de tête, et δ qui est en règle générale de l'ordre de l'unité a la même signification que dans la Note précitée.

2. On se propose ici d'étendre les considérations précédentes au cas de l'écoulement tridimensionnel sur une aile mince comportant un bord d'attaque [ligne ($\mathcal{A}$) de la figure 1 b] émoussé. Ici encore l'écoulement peut être séparé en deux zones : une zone extérieure qui relève de la théorie des petites perturbations et une zone intérieure ou couche d'entropie dont la description est envisagée ici. L'aile est aplatie sur le plan xOy et l'équation de sa surface est $z=f(x, y)$; l'écoulement incident est parallèle à Ox. Un point $\mathcal{M}$ de la couche d'entropie est caractérisé d'une part par sa projection M sur xOy, d'autre part, par la trace P sur un plan $x=x_0$, situé en amont du bord d'attaque, de la ligne de courant (Γ) qui passe

en $\mathcal{M}$. Lorsque le point $\mathcal{M}$ décrit un segment parallèle à Oz dans la couche d'entropie, le point P décrit un arc de courbe (E_M) comme il est expliqué sur la figure 1. La figure 1 *a* est un rabattement du plan $x = x_0$, après amplification considérable des cotes. Le premier problème qui se pose est la détermination des lignes de courant dans la couche d'entropie. Il est possible de se convaincre que la pression est indépendante de z dans la couche d'entropie de sorte que $p = p(M)$ ne dépend que de la position du point M. Supposons connue $p(M)$, l'entropie sur une ligne de courant est constante de sorte qu'on peut écrire $S = S(P)$. Soit $\mathbf{t}(P, M)$ le vecteur unitaire tangent à la projection (γ) de la ligne de courant (Γ) et enfin,



soit M_∞ le nombre de Mach de l'écoulement incident, on peut montrer que, si $\mathbf{n} = \mathbf{z} \wedge \mathbf{t}$,

$$(3)\quad \mathbf{n}(M).[\mathbf{t}(P, M).\nabla\mathbf{t}(P, M)] = -[(\gamma-1)M_\infty^2]^{-1}G[S(P)]\mathbf{n}(M).\nabla\left\{\left[\frac{p(M)}{p_\infty}\right]^{\frac{\gamma-1}{\gamma}}\right\}.$$

Cette équation détermine la forme des lignes (γ) dès que leur direction initiale est connue sur le bord d'attaque $(\mathcal{A})$. Si l'épaisseur a de ce dernier est très petite par rapport au rayon de courbure de la courbe $(\mathcal{A})$, autrement dit si le rayon de courbure du bord d'attaque dans le plan de l'aile est très grand par rapport au rayon de courbure dans un plan normal à l'aile, on peut se convaincre que les lignes (γ), à l'approximation considérée ici, doivent quitter $(\mathcal{A})$ parallèlement à Ox. Il est clair que, lorsque la distribution S(P) de l'entropie est connue, et cela nécessite la connaissance de l'onde de tête dans la région du bord d'attaque, le réseau des lignes (γ) peut être déterminé grâce à (3). Sur la figure 1 *b* on a représenté un faisceau de lignes de courant issues d'un point I de $(\mathcal{A})$; la ligne (γ_e) est tracée sur la frontière de la couche d'entropie, à l'approximation considérée c'est une droite parallèle à Ox; la ligne (γ_0) est tracée sur la surface de l'obstacle;

en règle générale les lignes (γ) situées à l'intérieur de la couche d'entropie sont déviées vers les régions de faible pression.

3. La structure de la couche d'entropie vient d'être décrite en projection sur le plan xOy, cette description est complétée en donnant la fonction $z(P, M)$ donnant la distance du point $\mathcal{M}(P, M)$ à sa projection M. D'une manière analogue à (1), en désignant par a une mesure de l'épaisseur du bord d'attaque, on a

$$z(P, M) = f(M) + a\,\alpha(M)\,Y(P, M)\left[\frac{p_\infty}{p(M)}\right]^{\frac{1}{\gamma}}. \tag{4}$$

La fonction $Y(P, M)$ est égale à zéro pour les lignes de courant tracées sur l'aile, soit $Y(P_0, M) = 0$; elle est égale à 1 pour les lignes de courant tracées sur la frontière de la couche d'entropie, soit $Y(P_e, M) = 1$. Les fonctions $\alpha(M)$ et $Y(P, M)$ sont déterminées comme suit : donnons au point M un déplacement $d\mathbf{M} = \mathbf{y}dy_M$, la ligne (E_M) balaie le domaine compris entre (E'_M) et (E''_M) sur la figure 2; soit $d\Omega_P$ l'aire comprise entre (E'_M) et (E''_M) et deux parallèles à Oy, on peut écrire

$$d\Omega_P = F(P, M)\,\mathbf{x}.\mathbf{t}(P, M)\,dz_P\,dy_M, \tag{5}$$

la fonction $F(P, M)$ ne dépendant que du point P et du point M; dans ces conditions, on a

$$\alpha(M)\,Y(P, M) = \int_{P_0}^{P} G[S(P')]\,F(P', M)\,d\left(\frac{z_{P'}}{a}\right). \tag{6}$$

4. Lorsqu'on se déplace sur la ligne (E_M) la courbe donnant $G(S)$ en fonction de z_P présente une très forte courbure, schématisable par une cassure en un certain point P_e qui peut être pris comme trace de la frontière de la couche d'entropie sur (E_M). On a ainsi

$$\alpha(M) = \int_{P_0(M)}^{P_e(M)} G[S(P')]\,F(P', M)\,d\left(\frac{z_{P'}}{a}\right), \tag{7}$$

et la frontière de la couche d'entropie est donnée par l'équation

$$z_e(M) = f(M) + a\,\alpha(M)\left[\frac{p_\infty}{p(M)}\right]^{\frac{1}{\gamma}}. \tag{8}$$

(1) *Comptes rendus*, 246, 1958, p. 2842.

AÉRODYNAMIQUE. — *Le problème de l'onde de choc attachée stationnaire dans les gaz ionisés.* Note (*) de M. **Henri Cabannes**, présentée par M. Joseph Pérès.

On détermine, pour un gaz doué d'une conductivité électrique infinie, des écoulements stationnaires avec onde de choc attachée à la pointe d'un dièdre; le résultat suivant est obtenu : la présence d'un champ magnétique a pour effet d'augmenter la traînée et de diminuer la température.

1. Nous considérons un fluide compressible doué d'une conductivité électrique supposée infinie; la viscosité et la conductivité thermique sont négligées. Nous désignons par $\vec{H}$ le champ magnétique, par $\vec{V}$ la vitesse du fluide, par p la pression, par ρ la masse spécifique, par γ l'indice adiabatique et par μ la perméabilité magnétique. Lorsqu'une onde de choc de vecteur unitaire $\vec{n}$ se propage avec la vitesse U, les quantités suivantes $\left(\text{en posant } H_n = \vec{H}.\vec{n} \text{ et } V_n = \vec{V}.\vec{n}\right)$ demeurent continues à la traversée de l'onde de choc [1] :

$$(1)\quad \left\{\begin{array}{l} (V_n - U)\vec{H} - H_n\vec{V}, \\ (V_n - U)\rho\vec{V} + \vec{n}\left(p + \dfrac{\mu H^2}{8\pi}\right) - \dfrac{\mu H_n \vec{H}}{4\pi}, \\ (V_n - U)\rho, \\ (V_n - U)\left(\dfrac{\rho V^2}{2} + \dfrac{p}{\gamma - 1} + \dfrac{\mu H^2}{8\pi}\right) + V_n\left(p + \dfrac{\mu H^2}{8\pi}\right) - \dfrac{\mu H_n \vec{V}.\vec{H}}{4\pi}. \end{array}\right.$$

2. Nous avons appliqué ces résultats au problème de l'onde de choc attachée stationnaire à la pointe d'un dièdre d'angle 2θ. L'état du fluide avant le choc (repéré par l'indice 1) est supposé uniforme, le champ magnétique et la vitesse étant colinéaires, parallèles au plan bissecteur du dièdre et perpendiculaire à l'arête. Pour certaines vitesses, l'écoulement comprend une onde de choc attachée à l'arête du dièdre et derrière laquelle l'écoulement est encore uniforme. En fonction de l'angle β que fait le plan du choc avec le plan bissecteur du dièdre, l'état du fluide après le choc (repéré par l'absence d'indice) s'exprime par les relations (2), déduites de la conservation à travers l'onde des quantités (1).

$$(2)\quad \left\{\begin{array}{l} H = H_1 \dfrac{\sin\beta}{\sin(\beta - \theta)}, \\ V = V_1 \dfrac{\cos\beta}{\cos(\beta - \theta)} + \dfrac{\mu H_1^2}{4\pi\rho_1 V_1} \dfrac{\sin\theta}{\sin(\beta - \theta)\cos(\beta - \theta)}, \\ p + \dfrac{\mu H^2}{8\pi} = p_1 + \rho_1 V_1^2 \dfrac{\sin\theta \sin\beta}{\cos(\beta - \theta)} + \dfrac{\mu H_1^2}{8\pi} \dfrac{\cos(\beta + \theta)}{\cos(\beta - \theta)}, \\ \dfrac{\rho_1}{\rho} = \dfrac{\operatorname{tg}(\beta - \theta)}{\operatorname{tg}\beta} + \dfrac{\mu H_1^2}{4\pi\rho_1 V_1^2}\left\{1 - \dfrac{\operatorname{tg}(\beta - \theta)}{\operatorname{tg}\beta}\right\}. \end{array}\right.$$

Les angles β et θ sont reliés par l'équation (3), dans laquelle les coefficients A, B, C sont définis par les formules (11) de la référence [1]; x et ε sont des paramètres sans dimensions

$$A x^4 + (B\varepsilon^2 - 1)x^2 + \varepsilon^2(C\varepsilon^2 + 1) = 0, \tag{3}$$

$$x^2 = \frac{\rho_1 V_1^2}{\gamma p_1}, \qquad \varepsilon^2 = \frac{\mu H_1^2}{4\pi\gamma p}. \tag{4}$$

L'équation (3) est du cinquième degré en tg β et du troisième degré en tg θ; ses racines sont représentées sur les figures 1 pour un dièdre de

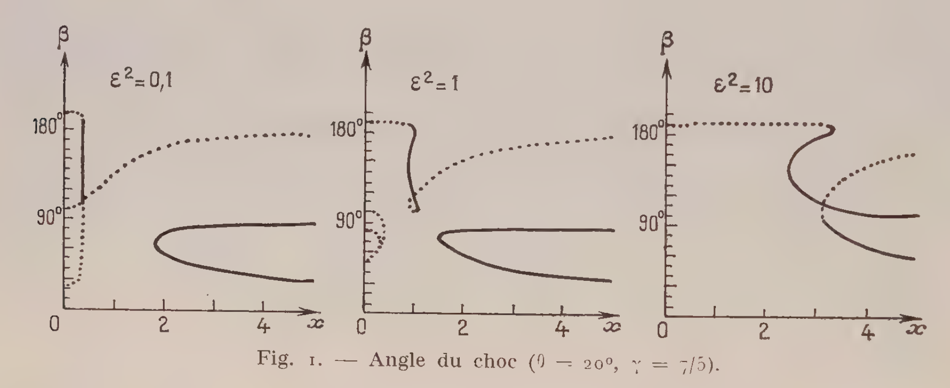


Fig. 1. — Angle du choc ($\theta = 20°$, $\gamma = 7/5$).

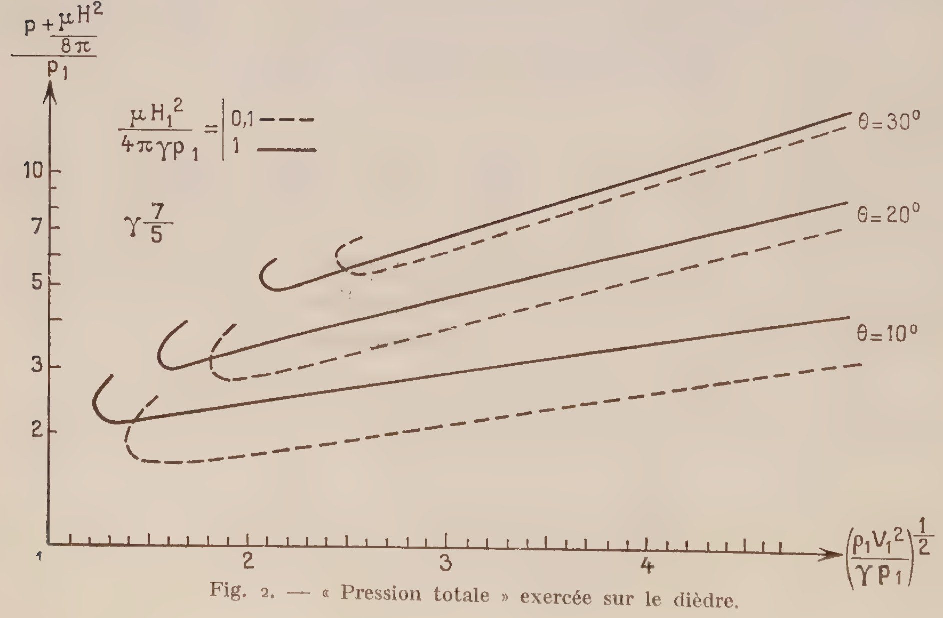


Fig. 2. — « Pression totale » exercée sur le dièdre.

demi-angle $\theta = 20°$. Les courbes en pointillé correspondent à des chocs pour lesquels le second principe de la thermodynamique n'est pas satisfait (diminution de l'entropie) et sont à exclure; la variation d'entropie est nulle pour $\beta = (\theta/2) + (\pi/2)$ et pour $\beta = (\theta/2) + \pi$. Parmi les valeurs possibles de β, il y a lieu de choisir la plus petite car c'est celle qui fournit la plus petite augmentation d'entropie (choc faible). Lorsque le champ magnétique est nul, on retrouve les résultats de l'aérodynamique classique.

3. La force $\vec{\pi}$ qui s'exerce sur le dièdre par unité de surface est normale et a pour valeur $p + (\mu H^2/8\pi)$. Pour les chocs faibles dont l'angle β est aigu (chocs qui ne remontent pas vers l'infini amont), les variations du quotient π/p_1 sont représentées sur la figure 2; les courbes en trait

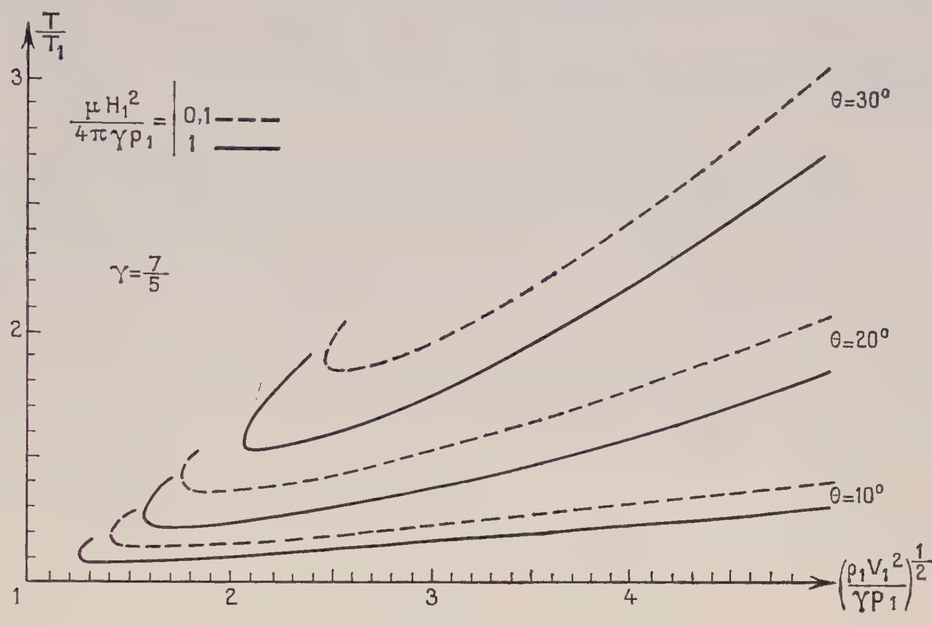


Fig. 3. — Température sur le dièdre.

plein ($\varepsilon^2 = 1$) sont presque toujours situées en dessus des courbes en pointillé ($\varepsilon^2 = 0,1$) correspondant à la même valeur de θ. On en déduit que la présence d'un champ magnétique a pour effet d'augmenter la traînée. Au contraire, la présence d'un champ magnétique a pour effet de diminuer la pression aérodynamique p et la température T sur le dièdre. Les résultats détaillés feront l'objet d'une publication de l'O.N.E.R.A.

(*) Séance du 8 juin 1959.

(1) H. Cabannes, *Comptes rendus*, 245, 1957, p. 1379.

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Sur la possibilité d'observer la face cachée de la Lune.* Note de MM. **Georges Dedebant** et **Philippe Schereschewsky**, présentée par M. Louis Leprince-Ringuet.

On indique une solution approchée, de type élémentaire de l'orbite de la fusée lunaire, et l'on suggère une possibilité d'observer la face cachée.

1. Considérant le système Terre-Lune (masse T = 1 ; masse L = μ = 1/81 ; constante de gravitation = 1), comme *isolé*, il s'agit du problème restreint des trois corps, de Poincaré [1]. On sait qu'il en existe une solution par transformations de contact, et une autre par quadratures, employant des coordonnées elliptiques dont l'origine est au milieu de TL [2]. Nous indiquerons une solution *approchée* de type élémentaire. Nous confondons le barycentre avec T, et prenons des coordonnées polaires (PT = r; PTL = φ; TL = D). Outre l'attraction

$$V = r^{-1} + \mu(r^2 + D^2 - 2Dr\cos\varphi)^{-\frac{1}{2}},$$

interviennent : l'accélération centrifuge

$$\omega^2 r = (1 + \mu)rD^{-3}$$

et l'accélération de Coriolis,

$$2\omega r\dot{\varphi}, \quad -2\omega\dot{r}.$$

D'où les équations

$$r'' - r\dot{\varphi}^2 = \frac{\partial V}{\partial r} + \omega^2 r; \qquad r\ddot{\varphi} + 2\dot{r}\dot{\varphi} = \frac{\partial V}{\partial \varphi} - 2\omega\dot{r},$$

qui peuvent se mettre sous la forme

$$(1) \quad \begin{cases} \frac{1}{2}(\dot{r}^2 + r^2\dot{\varphi}^2) = r^{-1} + \mu(r^2 + D^2 - 2Dr\cos\varphi)^{-\frac{1}{2}} + (1 + \mu)r^2 D^{-\frac{3}{2}} + h \\ \text{(intégrale de Jacobi; } h = \text{Cte arbitraire),} \end{cases}$$

$$(2) \quad \frac{d[r^2(\dot{\varphi} + \omega)]}{dt} = -Dr\mu\sin\varphi(D^2 + r^2 - 2Dr\cos\varphi)^{-\frac{3}{2}}.$$

2. L'approximation sera le *tir tendu* ($\varphi \approx 0$). Pour $\varphi = 0$, nous laissons tomber (2) et utilisons seulement l'équation (1) en $r = x$:

$$\frac{\dot{x}^2}{2} = x^{-1} + \mu|x - D|^{-1} + (1 + \mu)x^2 D^{-\frac{3}{2}} + h = f(x) + h.$$

On y voit que la condition de succès est que $\dot{x} \geqq 0$, quand la fusée passe au point neutre x_1 (entre T et L), racine de

$$f'(x) = -x^{-2} + \mu(D - x)^{-2} + (1 + \mu)xD^{-3} = 0,$$

soit $x_1/D \approx 11/13$.

Cette condition est $h \geqq -f(x_1)$. Or $h \approx v_0^2/2 - x_0^{-1}$ (x_0, v_0 = conditions initiales de tir). D'où

$$v_0 \geqq v_e\left[1 - \frac{1}{2} x_0 f(x_1)\right],$$

$v_e = 2\,x_0^{-1}$ = vitesse d'échappement vers le système solaire. La marge de vitesse entre un *Lunik* et un *Platnik* est faible :

$$v_e - v_0 \approx 100 \text{ m/s}.$$

A moins d'un impact, un contrôle *très précis* est donc nécessaire.

On voit aussi qu'il existe au-delà de L, un deuxième point x_2, d'accélération nulle, racine de

$$-x^{-2} - \mu(x - D)^2 + (1 + \mu)x D^{-3} = 0,$$

soit

$$\frac{x_2}{D} \approx \frac{15}{13}; \qquad \underline{x_2 - D \approx 55\,000 \text{ km}.}$$

Il correspond à la *configuration d'Euler*, dans laquelle les trois corps restent *alignés*.

3. La deuxième approximation consiste en cos $\varphi = 1$; sin $\varphi = \varphi$. Posant

$$u = r[2f(r) + 2h - \dot{r}^2]^{\frac{1}{2}} + \omega r^2,$$

on a

$$\varphi = \int_0^t (ur^{-2} - \omega)\,dt; \qquad \frac{d}{dt}\left\{\frac{|D - r|^3}{r}\frac{du}{dt}\right\} + D\mu(ur^{-2} - \omega) = 0.$$

On remplace r par la fonction $x(t)$, résultant de la première approximation, définie par la fonction inverse de

$$t = \int_{x_0}^{x} [2f(x) + 2h]^{-\frac{1}{2}}\,dx; \qquad h = \frac{v_0^2}{2} - f(x_0).$$

On est ramené à l'intégration (graphique) d'une équation linéaire du deuxième ordre en u, avec (cas d'un pointage sur L) les conditions initiales :

$$u_0 = \omega x_0^2; \qquad \frac{du_0}{dt} = 0.$$

4. La position d'Euler P, à 55 000 km derrière L serait (un contrôle précis acquis) la position idéale pour placer un poste d'observation temporaire de la face cachée. L'éclipse serait évitée par les oscillations autour du point de libration P. Notre approximation montre, en effet, le mouvement vibratoire :

$$\frac{d^2 v}{dt^2} + \left[\frac{D\mu}{x_2(x_2 - D)^3}\right]v; \qquad \frac{d\psi}{dt} = \frac{v}{x_2^2}$$

(v, ψ = petits mouvements)

de période voisine de 16 jours (g, accélération de la pesanteur).

Il existe derrière L une série d'orbites, elliptiques à notre approximation, homothétiques et centrées autour d'un point de TLP voisin de P.

Il est d'ailleurs connu que ces orbites sont *instables* et se terminent par une orbite d'éjection rencontrant la face visible (Burrau) ([3]). On réaliserait néanmoins une observation d'une certaine durée.

([1]) POINCARÉ, *Nouvelles méthodes de la Mécanique céleste*, 3, p. 157.

([2]) E. T. WHITTAKER, *A treatise on the analytical dynamics of particles and rigid bodies*, p. 353 et 97.

([3]) *Cf.* WHITTAKER, p. 411.

RÉSISTANCE DES MATÉRIAUX. — *Sur la détermination des propriétés élastiques et d'amortissement des matériaux et la mesure de la rigidité des structures complexes.* Note (*) de MM. **Pierre Sorin** et **Armand Giet**, présentée par M. Albert Caquot.

MM. Paul Le Rolland et Pierre Sorin (1) ont montré qu'il était possible de déterminer le module d'élasticité et les propriétés d'amortissement des matériaux à l'aide d'une méthode de vibrations forcées dans laquelle deux systèmes oscillants sont couplés par un échantillon de la matière à étudier. Cette méthode appliquée non plus à une éprouvette mais à une structure permet la détermination directe de sa rigidité, c'est-à-dire le rapport entre l'intensité de la force appliquée en un point quelconque de la structure et la déformation qu'elle impose en ce point.

Les principes exposés dans les *Comptes rendus* cités en référence présentent dans leurs applications certains inconvénients dont les principaux sont :

1° Les systèmes oscillants sont liés par la structure à étudier, qui de ce fait, est soumise non seulement aux actions des oscillateurs mais aussi à leur poids.

2° La liaison de la structure avec le monde extérieur, liaison qui théoriquement doit être fixe et indéformable, est, dans presque tous les cas un encastrement, et l'on sait qu'une telle liaison est toujours mal définie.

3° Le mouvement résultant de la composition des mouvements propres des oscillateurs est une fonction du déplacement réel du point d'application de leur action sur la structure et non du déplacement projeté sur la direction de cette action comme l'impose les théories du potentiel élastique. Ce fait conduit à des solutions complexes dans lesquelles les termes correctifs aux solutions théoriques simples sont nombreux, imprécis et souvent difficiles à chiffrer.

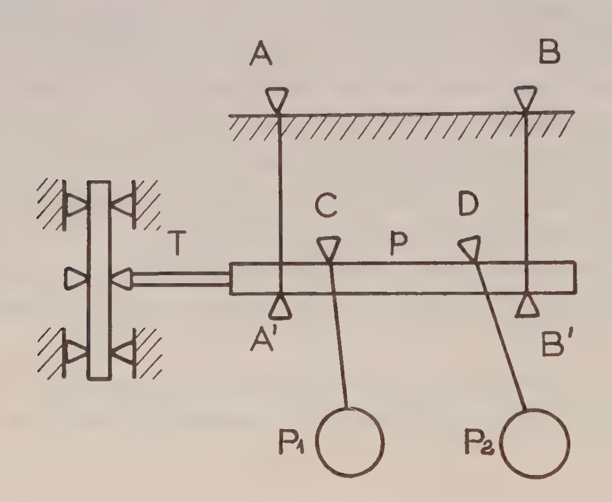
Le but de la présente Note est de décrire les modifications apportées dans l'application de la méthode des vibrations forcées, en particulier lorsque les systèmes oscillants sont des pendules de gravité, modifications qui ont permis de supprimer ces inconvénients.

Dans les conceptions nouvelles les pendules de gravité ne sont plus liés directement à l'éprouvette ou à la structure mais suspendus par un dispositif auxiliaire à un degré de liberté. Ce montage, tout en supprimant l'action du poids des pendules sur la structure à étudier, permet de lui transmettre uniquement les actions dues aux mouvements d'oscillations des pendules et de lui imposer une déformation cyclique et sinusoïdale *autour de l'état d'équilibre naturel.*

Il n'est plus indispensable de lier cette structure au monde extérieur par un encastrement. Tout autre type de liaison peut être utilisé et, en

particulier, il est possible de la faire reposer sur des appuis qui, sous réserve de certaines précautions de montage, peuvent être considérés comme réalisant correctement les conditions théoriques des appuis simples de la Mécanique.

Les déplacements des axes d'oscillation des pendules sont définis par leur dispositif commun de suspension et non plus par le lien déformable et élastique qui les couple. Les équations ne font alors intervenir que la composante de translation du point d'application de la liaison entre le



dispositif de suspension et la structure, composante qui représente bien la projection du déplacement réel de ce point sur la direction de l'action des pendules.

Cette solution est schématisée par la figure 1. Une plate-forme horizontale *p* est suspendue en des points fixes A et B par des biellettes munies de couteaux aux deux extrémités. Elle porte les deux pendules P_1 et P_2 identiques qui peuvent osciller librement autour des axes de leurs couteaux C et D.

L'éprouvette ou la structure à étudier, figurée à gauche de la figure, est placée en avant de la plate-forme *p* et est soutenue par des liaisons convenables. Elle est alors reliée à la plate-forme par un montage spécial, schématisé par la tige T.

Ainsi les actions pendulaires aux couteaux C et D sont transmises à la structure (ou à l'éprouvette) par le lien T, et la plate-forme suit la déformation de cette structure. Dans des conditions convenables de lancement on observe des battements entre les deux pendules — dont la période est alors très sensiblement proportionnelle à la rigidité de la construction. Les calculs sont très simples et sans ambiguïté.

Il est possible de réaliser un tel montage avec des pendules aussi lourds que cela est nécessaire, capables de créer des actions importantes, suffisantes pour exciter les déformations des structures réelles, et ainsi de faire

l'étude complète du comportement de ces structures sous l'effet des actions extérieures auxquélles elles sont réellement soumises.

Dans un autre ordre d'idées, cette nouvelle conception est à la base d'une étude systématique des modèles. Elle permet de résoudre expérimentalement tous les problèmes de Résistance des matériaux particulièrement dans les cas où la complexité et l'hétérogénéité des structures sont telles qu'il n'est pas possible de calculer leurs déformations.

Enfin, il a été possible d'appliquer, avec quelques modifications, ces nouveaux montages à la mesure de la rigidité de traction des fils soumis à une tension initiale et de vérifier à moins de 3 % la constance de cette rigidité. Ces expériences prouvent avec certitude que le module d'élasticité d'un matériau métallique est, aux erreurs expérimentales près, *sensiblement constant et indépendant de la contrainte, même si cette contrainte impose des déformations plastiques*, sous réserve de définir le module dans un cycle élémentaire effort-déformation autour de la valeur de cette contrainte.

L'intérêt de ces nouvelles conceptions dans l'application de la méthode des vibrations forcées réside dans le fait qu'elle devient applicable à la détermination des caractéristiques élastiques (module d'élasticité et capacité d'amortissement) de tous les matériaux, au contrôle des structures et à l'étude de leur vieillissement, enfin à tous les problèmes de déformation que pose la Résistance des matériaux.

(*) Séance du 15 juin 1959.

(1) *Comptes rendus*, 192, 1931, p. 336; 196, 1933, p. 536; 227, 1948, p. 37; 229, 1949, p. 1123.

ACOUSTIQUE. — *Sur l'interférométrie ultrasonore et la détermination du coefficient d'absorption des liquides.* Note de M. **Roger Cerf**, transmise par M. Gabriel Foëx.

Description d'un procédé de mesure permettant d'obtenir le coefficient d'absorption des liquides de manière particulièrement simple par interférométrie ultrasonore. Résultats d'une théorie complète de l'interféromètre où les équations de propagation dans le réflecteur sont explicitées.

On sait que l'on peut déterminer le coefficient d'absorption d'un liquide à l'aide de l'interféromètre de Pierce en mesurant l'impédance électrique du quartz générateur des ondes ultrasonores pour une série de positions du réflecteur mobile.

Je me propose de montrer que cette détermination peut se faire d'une manière particulièrement simple, grâce à une propriété remarquable de l'interféromètre ultrasonore que je vais indiquer.

Rappelons tout d'abord que les caractéristiques électriques d'un résonateur piézoélectrique (ici un quartz) peuvent être représentées au voisinage d'une résonance par un ensemble de quatre paramètres indépendants de la fréquence constituant un circuit équivalent. On utilisera ici le circuit équivalent de Dye ([1]) qui comprend une capacité C, une self L et une résistance R montées en dérivation, le tout monté en série avec une capacité C_0 (pratiquement égale à la capacité statique du résonateur).

Un tel circuit permet de représenter aussi bien les propriétés du résonateur libre que celles du résonateur monté dans l'interféromètre et amorti par un liquide (toujours à condition d'opérer au voisinage d'une résonance du système).

L'amortissement dû à l'air peut être négligé; on aura par suite à considérer trois milieux, numérotés dans l'ordre 1, 2, 3, qui sont le quartz, le liquide et le réflecteur. La propriété que je signalais ci-dessus est alors la suivante : l'inverse de la résistance R du circuit équivalent de Dye *est une fonction linéaire de l'amortissement total de chacun des milieux.* On a

$$\frac{1}{R} = S\left(\frac{\varepsilon N_0}{4\delta m_1 v_1}\right)^2 \sum_{i=1}^{3} m_i \alpha_i d_i, \tag{1}$$

où S représente la surface du quartz, ε sa constante diélectrique et δ sa constante piézoélectrique; N_0 est la fréquence de résonance; les m_i, d_i, α_i ($i = 1, 2, 3$) sont respectivement les résistivités acoustiques ($m_i = \rho_i v_i$; ρ_i, masse spécifique; v_i, vitesse de propagation du son), les coefficients d'absorption (pour l'amplitude de l'onde), et les épaisseurs des trois milieux. Les coefficients d'absorption α_1 et α_3 du quartz et du réflecteur sont des coefficients fictifs dont la valeur dépend de l'amortissement dû aux supports.

J'ai obtenu la relation (1) par un calcul complet explicitant les équations de propagation dans le réflecteur; les ondes sont supposées planes. L'expression (1) est valable pour un réflecteur en $\lambda/2$ fixé par son plan médian ou un réflecteur en $\lambda/4$ fixé par son bord le plus éloigné. Dans le cas d'un réflecteur en $\lambda/2$ fixé par son bord le plus éloigné, m_3 doit être remplacé par m_2^2/m_3.

La relation (1) est en défaut si les $\alpha_i d_i$ sont supérieurs à 10^{-1}; pratiquement cette restriction ne concerne que $\alpha_2 d_2$, et n'intervient que pour des liquides très absorbants. A 1 Mc par exemple, la relation (1) est vraie pour les dix premières résonances (c'est-à-dire les dix premières valeurs de d_2 fournissant une résonance) pourvu que α_2 soit inférieur à 2.10^{-1} cm^{-1}; cette condition est remplie pour tous les liquides, avec à ma connaissance, une seule exception, celle de l'acide acétique. Pour ce dernier liquide, α_2 est de l'ordre de 1 cm^{-1} à 0,5 Mc, et dans ce cas la relation (1) n'est plus applicable au-delà de la deuxième résonance.

L'intérêt de la relation (1) provient, d'une part de sa validité très générale pour les liquides et, d'autre part, du fait que l'on peut facilement déterminer R en mesurant les extrema du *module* Z de l'impédance électrique du quartz ([2]).

Pour préciser ce dernier point, rappelons qu'au voisinage de chacune des résonances, Z présente en fonction de N, dans l'ordre des N croissants, successivement un puits très profond (résonance) et une pointe très aiguë (antirésonance). Une variation analogue de Z est obtenue pour N fixe et très voisin de la fréquence de résonance si l'on modifie légèrement d_2. On appellera respectivement Z_r (résonance) et Z_a (antirésonance) le minimum minimorum et le maximum maximorum de Z obtenus par ajustage simultané de N et de d_2. [En fait, la théorie montre qu'au voisinage d'une résonance ou d'une antirésonance une petite variation de N peut être compensée par une petite variation de d_2; la surface $Z(N, d_2)$ présente donc, en réalité, des lignes de crête et de fond, ce que l'expérience confirme.] Ayant mesuré Z_r ou Z_a on peut en déduire R à l'aide des relations suivantes, valables lorsque l'amortissement total du quartz est faible :

$$Z_r = \frac{1}{RC_0^2\,\omega_0^2}\left(1 - \frac{1}{R^2C_0^2\omega_0^2} + \ldots\right), \tag{2}$$

$$Z_a = R\left(1 + \frac{1}{R^2C_0^2\,\omega_0^2} + \ldots\right). \tag{3}$$

où $\omega_0 = 2\pi N_0$. On supposera que le quartz vibre sur son mode fondamental et l'on distinguera deux cas :

a. $\alpha_2\, d_2 < 10^{-2}$. — Pour la dixième résonance à 1 Mc, on a $d_2 < 1$ cm; la condition précédente est alors remplie pour les dix premières résonances si α_2 est inférieur à une limite fonction de φ_2 qui est de l'ordre de quelques centièmes de cm^{-1} (liquides faiblement et moyennement absorbants).

Dans ce cas, $R^2 C_0^2 \omega_0^2 \sim 10^2$, les parenthèses dans les relations (2) et (3) se réduisent à l'unité, et Z_r (de même que $1/Z_a$) est une fonction linéaire de $\alpha_2 d_2$.

[On notera que l'on considère ici les quantités directement mesurables Z_r et Z_a au lieu de l'impédance de la colonne liquide envisagée par Borgnis [3].]

Lorsque la condition *a* est satisfaite on peut déterminer α_2 d'une manière particulièrement simple. En effet, si pour chacune des résonances on ramène le courant dans le quartz à la même valeur I, la tension V_r aux bornes du quartz à la résonance est une fonction linéaire de $\alpha_2 d_2$, donc de d_2 (pourvu que α_2 ne dépende pas de la puissance acoustique, ce qui est généralement le cas). Si, de plus, on mesure pour la même valeur de I la tension V aux bornes du quartz loin de la résonance en fonction de N, la courbe obtenue coupe la droite $N = N_0$ en un point d'ordonnée $V_0 = I/C_0 \omega_0$. La pente *p* de la droite donnant V_r/V_0 en fonction de d_2 fournit alors directement α_2 puisque, d'après la relation (1), on a

$$(4) \qquad p = \frac{\varepsilon m_2 \alpha_2}{16 \delta^2 m_1^2 \nu_1} = 5,5.10^{-5}\, m_2 \alpha_2.$$

b. $\alpha_2 d_2 > 10^{-2}$. — La courbe donnant V_r/V_0 en fonction de d_2 n'est plus une droite, même pour les dix premières résonances ; c'est maintenant sa pente initiale qui est donnée par l'équation (4) et qui permet de déterminer α_2. *Il est alors avantageux d'utiliser la relation générale* (1) ; la condition de linéarité en fonction de d_2 est, en effet, moins restrictive pour $1/R$ que pour Z_r. Dans le cas du sulfure de carbone à 1 Mc ($\alpha_2 \sim 10^{-1}$ cm^{-1}), les valeurs de $1/R$ obtenues à partir des mesures à l'aide de l'expression (2) sont alignées jusqu'à la huitième résonance. Dans le cas des liquides plus absorbants que le sulfure de carbone il faut utiliser à la place de (2) l'expression rigoureuse qui ne peut être donnée ici.

Des résultats de mesures (pour les liquides purs et les solutions macromoléculaires) effectuées en collaboration avec M. Litzler seront présentés prochainement.

(1) D. W. Dye, *Proc. Roy. Soc.*, 38, 1926, p. 399.
(2) R. Cerf et E. Mayer, *Comptes rendus*, 243, 1956, p. 148.
(3) F. E. Borgnis, Technical report n° 3, California Institute of Technology.

(*Faculté des Sciences
et Centre de Recherches sur les Macromolécules, Strasbourg.*)

ÉLECTRONIQUE. — *Influence de différents paramètres sur le temps de basculement des noyaux ferromagnétiques.* Note (*) de MM. **Jean Lagasse** et **Christian Durante**, transmise par M. Charles Camichel.

Les Auteurs étudient l'influence de différents paramètres sur le temps de basculement d'un noyau ferromagnétique soumis à l'action d'un échelon de tension. Ils montrent ensuite comment cette étude permet la sélection de noyaux et la réalisation d'ensembles de noyaux en série et tels qu'ils basculent l'un après l'autre, mais avec des temps de basculement à peu près égaux.

L'expression théorique du temps de basculement d'un noyau ferromagnétique (*fig.* 1) a été établie par l'un d'entre nous [1] :

$$t_b = \frac{2 B_s h\, d N_1^2}{[N_1 E_0 - r l H_c]} + \frac{B_s l \sigma d^2 r}{4[N_1 E_0 - r l H_c]} + \frac{2 B_s l h N_2^2 r}{[N_1 E_0 - r l H_c] R}. \tag{1}$$

Nous discutons ci-après l'influence de différents paramètres sur le temps de basculement, étant entendu que pour chaque cas, seul le paramètre étudié sera considéré comme variable.

Influence de la tension E_0. — Si, au dénominateur de (1), nous mettons N_1 en facteur, $(N_1 E_0 - r l H_c)$ donne $N_1 (E_0 - r I_c)$. Or $(E_0 - r I_c)$ est la tension continue appliquée au noyau à l'instant initial. Donc, pour un noyau d'un circuit donné, le produit du temps de basculement par la tension $(E_0 - r I_c)$ est constante quand E_0 varie. Le temps de basculement varie donc proportionnellement à l'inverse de E_0.

Influence de la résistance r. — D'après la relation (1), la courbe $t_b(r)$ est une hyperbole équilatère. Elle est représentée sur la figure 2. Pour diverses valeurs de la charge, le temps de basculement est d'autant plus faible que R est plus élevé.

Influence de N_1. — En se référant toujours à l'expression (1), on voit que la courbe $t_b(N_1)$ est une hyperbole à asymptote oblique qu'il est intéressant d'étudier puisqu'il existe un nombre optimum de spires auquel correspond un temps de basculement minimum. L'équation de l'asymptote oblique est

$$t_b = \frac{2 B_s h\, d}{E_0}\left[N_1 + \frac{r l H_c}{E_0}\right], \tag{2}$$

le nombre de spires optimum est

$$N_{1_{\min}} = \frac{r l H_c}{E_0}\left[1 + \sqrt{1 + \frac{\sigma d E_0^2}{8 h r l H_c^2} + \frac{E_0^2 N_2^2}{l^2 H_c^2 r R}}\right] \tag{3}$$

et le temps de basculement minimum correspondant est

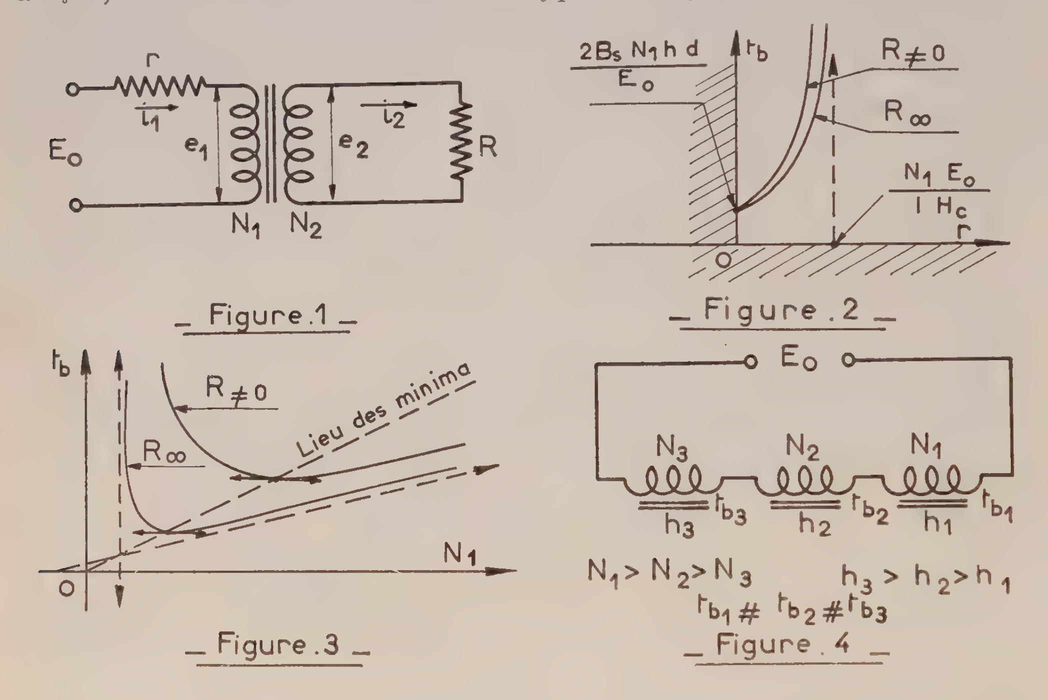
$$t_{b_{\min}} = \frac{4 \Phi_s}{E_0} N_{1_{\min}}. \tag{4}$$

On peut tracer ainsi les familles de courbes de la figure 3 et l'on constate en particulier que tous les points correspondants au nombre de spires optimum se déplacent sur une droite définie par (4) et où n'interviennent

que les caractéristiques du noyau et la tension E_0. Notons aussi que plus R devient faible, plus la courbe $t_b(N_1)$ s'éloigne des asymptotes.

Influence de la nature du noyau. — D'après les relations précédentes nous voyons qu'il y a intérêt à utiliser des matériaux ayant une induction de saturation B_s assez faible puisque le fait de diminuer B_s conduit aussi à une réduction du temps de basculement.

D'autre part, la pente de l'asymptote oblique est proportionnelle à $B_s hd$, c'est-à-dire au flux. Avec les types de noyaux utilisés en pratique,



— Figure. 1 —
— Figure. 2 —
— Figure. 3 —
— Figure. 4 —

cette pente est en général assez faible, de telle sorte que deux noyaux placés en série présenteront des temps de basculement voisins, même lorsque les nombres de spires N_1 bobinées sur chacun d'eux seront différents. Cette insuffisance de dissymétrie complique les problèmes de sélection, quand on ne modifie uniquement que le nombre de spires N_1.

Or, si l'on tient compte du fait que la pente de l'asymptote est, en particulier, proportionnelle à la hauteur du noyau, on voit qu'il est possible :

— soit de créer, entre deux noyaux de même hauteur et présentant des nombres de spires N_1 différents, une dissymétrie suffisante pour que leurs temps de basculement respectifs soient eux-mêmes nettement différents;

— soit d'utiliser dans les montages séries des noyaux de hauteurs progressivement croissantes et des nombres de spires décroissants. Les temps de basculement des noyaux pourront être choisis pratiquement égaux et la sélection pourra s'effectuer sans aucune difficulté, le noyau sur lequel sera bobiné le plus grand nombre de spires basculant le premier et ainsi de suite.

(*) Séance du 15 juin 1959.
(1) C. Durante, *Comptes rendus*, 248, 1959, p. 3412.

ÉLECTRONIQUE. — *Sur l'asservissement d'une balance électrostatique.* Note (*)
de MM. **Jean Fabre**, **Yves Sevely**, **Jean-Paul Canard** et **Pierre Joly**, transmise par M. Charles Camichel.

On peut suivre, au moyen d'une balance électrostatique asservie, la formation des charges d'espace dans un diélectrique liquide soumis à une tension continue.

Le dispositif décrit dans la présente Note, inspiré de la balance de Pellat, a été réalisé en vue de la vérification expérimentale des lois de formation et d'équilibre des charges d'espace dans un diélectrique liquide et d'une manière plus précise pour l'enregistrement des variations de la

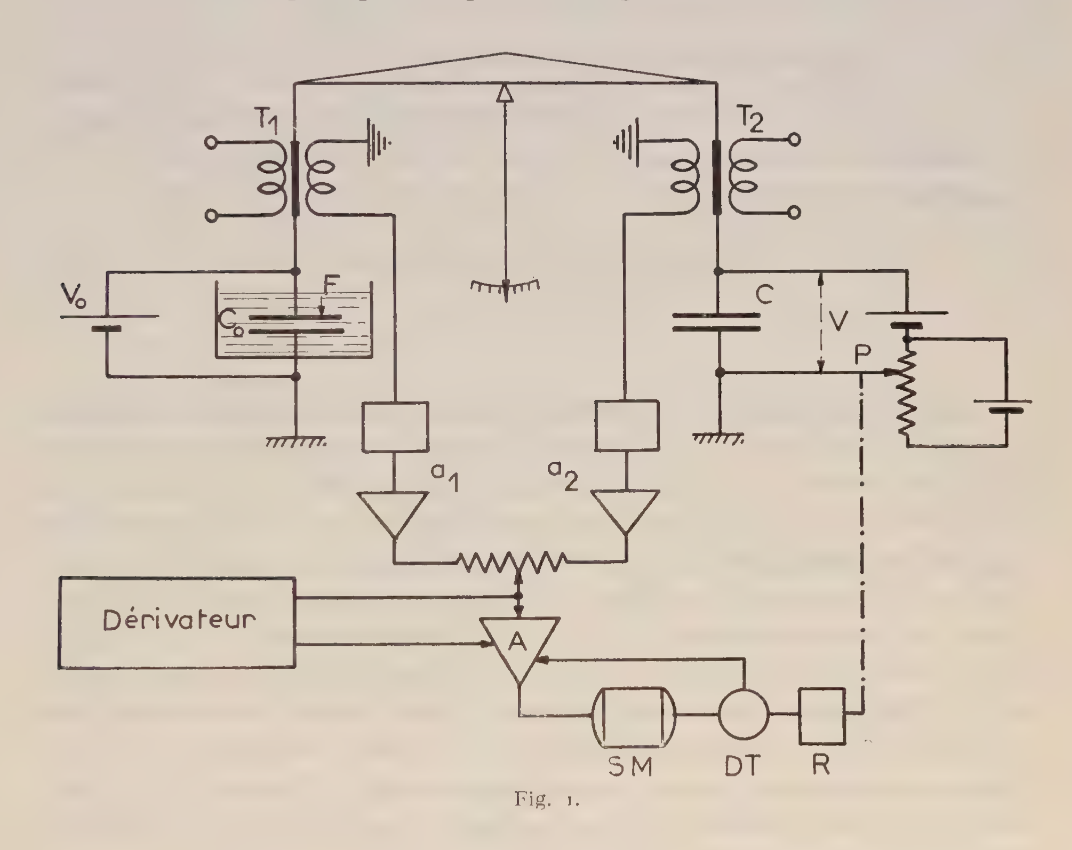


Fig. 1.

force d'attraction qui s'exerce entre les armatures d'un condensateur plan immergé dans un liquide lorsqu'on leur applique un échelon de tension.

L'armature mobile immergée est suspendue à l'extrémité du fléau d'une balance. La force F à laquelle est soumise cette armature, quelle que soit son origine, est équilibrée par la force électrostatique due à la tension V appliquée aux bornes d'un deuxième condensateur à air C dont l'armature mobile est suspendue à l'autre extrémité du fléau. Une tension proportionnelle au déséquilibre dx causé par la force F alimente, après amplifi-

cation, un servomoteur SM qui détermine la position du curseur d'un potentiomètre réglant ainsi automatiquement la tension V qu'on enregistre. Ainsi, après étalonnage, on peut connaître les variations de F.

Nous avons réalisé le dispositif schématisé sur la figure qui, pour situer ses performances, nous permet de déceler une variation de 5 dynes d'une force F de l'ordre de 1000 dynes due à la tension continue V_0 sans que l'armature mobile ne se déplace de plus de 10 μ autour de sa position moyenne fixe.

Nous avons adopté comme détecteur d'écart deux transformateurs différentiels T_1 et T_2 à 50 Hz (Atcotran) dont les noyaux se déplacent dans la plage linéaire de fonctionnement. A l'équilibre mécanique de la balance, les secondaires des Atcotran montés en opposition doivent délivrer une tension résultante nulle. Les canaux de préamplification a_1 et a_2 sont

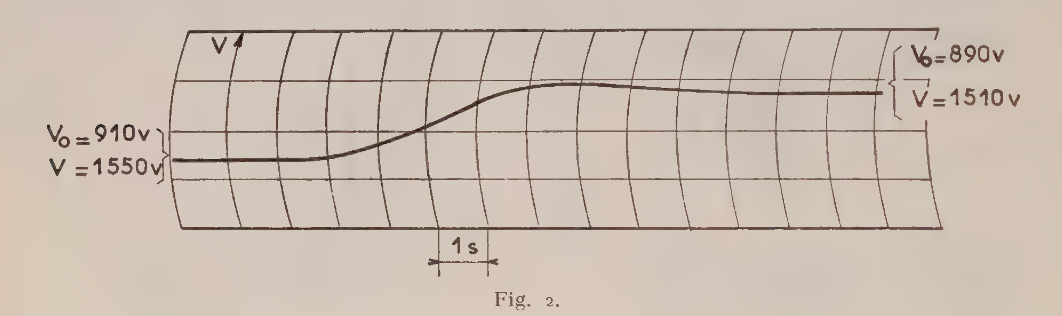


Fig. 2.

nécessaires pour ajuster à cet effet la phase et l'amplitude du secondaire de chaque transformateur différentiel. La tension qui apparaît lors d'un déséquilibre attaque la chaîne directe du servomécanisme à 50 Hz. A un déplacement de 10 μ correspond une tension de 0,2 mV facile à amplifier.

La chaîne directe du servomécanisme comprend un amplificateur électronique A, un servomoteur diphasé SM, et un réducteur R entraînant le curseur du potentiomètre P. L'action « proportionnelle » de l'amplificateur précédent est complétée par une action par dérivation qui, concernant de très basses fréquences, s'effectue sur le signal démodulé et filtré. Une modulation et une amplification sont ensuite nécessaires.

La tension délivrée par la dynamo tachymétrique DT montée en contre-réaction permet d'accroître les performances dynamiques du système lors de la mise sous tension.

L'enregistrement ci-dessus caractérise la réponse du système lorsqu'on soumet le condensateur C_0 à un échelon de tension $\Delta V_0 = 20$ V.

Ce dispositif peut être employé pour l'enregistrement des forces lentement variables quelle que soit leur origine (perte de poids au cours d'une réaction par exemple).

(*) Séance du 15 juin 1959.

OPTIQUE. — *Influence de la vitesse de formation d'une couche mince d'or sur les variations de phase qu'éprouve une onde lumineuse lorsqu'elle se réfléchit dans l'air sur le métal ou dans un support en quartz sur le métal.* Note (*) de M. **Roger Philip**, présentée par M. Albert Pérard.

On a étudié la variation du changement de phase d'une onde lumineuse lorsqu'elle se réfléchit dans l'air sur le métal (Δr) ou dans le support en quartz sur le métal ($\Delta r'$) en fonction de l'épaisseur de couches minces d'or. On compare les résultats obtenus quand on fait varier la vitesse de formation du dépôt métallique.

Dans un récent article [1] nous avons montré que les valeurs des divers facteurs de transmission, de réflexion et d'absorption d'une couche mince d'or d'épaisseur donnée étaient étroitement liées à la vitesse de formation du dépôt métallique. Nous nous proposons de montrer ici l'influence de cette vitesse sur les variations de phase obtenues à la réflexion côté air Δr et côté support $\Delta r'$. Ces couches d'or, déjà utilisées pour l'étude rapportée dans le précédent article, sont obtenues par vaporisation thermique sous un vide voisin de 10^{-5} mm Hg. L'or est vaporisé à partir d'un creuset en molybdène. L'emploi d'un disque genre disque de Talbot permet d'obtenir au cours de chaque vaporisation neuf couches métalliques d'épaisseurs croissant dans un rapport donné et préparées rigoureusement dans les mêmes conditions. L'épaisseur « massique » est déduite par pesée, avant et après l'évaporation, d'une lamelle couvre-objet de microscope placée à côté du support en quartz à métalliser. Cette étude a été faite pour trois vitesses de formation égales à 0,8; 3 et 25 mμ à la minute. Les épaisseurs des couches obtenues sont comprises entre 0 et 70 mμ et les longueurs d'onde utilisées s'échelonnent de 3 341 à 5 461 Å.

Les variations de phase se déduisent de la mesure des diamètres d'anneaux de Fabry-Perot selon une méthode classique maintes fois utilisée [2].

Les résultats obtenus sont résumés par les courbes ci-jointes.

1° *Variation de phase Δr d'une onde lumineuse lorsqu'elle se réfléchit dans l'air sur une couche mince d'or.* — Les courbes des figures 1, 2 et 3 montrent les résultats obtenus pour les trois radiations de longueurs d'onde 5 461, 4 800 et 3 341 Å et les trois vitesses de formation utilisées. En ordonnées sont portées les variations de phase « réelles » [2] en fraction de λ et en abscisses les épaisseurs massiques en millimicrons.

On constate que, pour des épaisseurs inférieures à une dizaine de millimicrons, Δr varie peu et de façon assez désordonnée avec la vitesse de formation de la couche. Pour des épaisseurs supérieures à 10 mμ, les variations de Δr avec la vitesse de formation du dépôt métallique deviennent beaucoup plus importantes et systématiques : ce sont toujours les couches formées le plus rapidement qui accusent les plus forts retards. Pour une épaisseur d'or donnée, supérieure à 10 mμ, l'influence de la vitesse de



Fig. 1.

Fig. 2.

Fig. 3.

Fig. 4.

Fig. 5.

Fig. 6.

Nous adoptons pour ces courbes les conventions suivantes :

——○—— Pour des couches d'or obtenues avec une vitesse de formation de 0,8 mμ à la minute.

—·—◐—·— Pour des couches obtenues avec une vitesse de 3 mμ à la minute.

----●-- Pour des couches formées avec une vitesse de 25 mμ à la minute.

formation du dépôt métallique sur la variation de phase Δr est plus importante pour la radiation ultraviolette de longueur d'onde 3 341 Å que pour les radiations du spectre visible (4 800 et 5 461 Å). C'est le résultat inverse qu'on observait pour les facteurs de réflexion (R') et d'absorption (A') côté support. Δr semble même redevenir une avance de phase pour $\lambda = 3341$ Å et pour une couche d'or d'épaisseur supérieure à 60 mμ, formée à la vitesse de 0,8 mμ à la minute. On notera pour cette même longueur d'onde et une épaisseur de 60 mμ que Δr passe de 0 à — 0,22 lorsque la vitesse de formation passe de 0,8 à 25 mμ à la minute.

2° *Variation de phase $\Delta r'$ d'une onde lumineuse lorsqu'elle se réfléchit dans le support sur le métal.* — Les courbes des figures 4, 5 et 6 montrent, pour les quatre longueurs d'onde utilisées et les trois vitesses de formation étudiées, que $\Delta r'$ est d'abord un retard pour les couches très minces puis devient toujours une avance pour des épaisseurs supérieures. On constate que, pour une couche d'or d'épaisseur donnée et pour une radiation de longueur d'onde donnée, $\Delta r'$ varie assez peu avec la vitesse de formation du dépôt métallique sauf au voisinage du saut de phase lorsqu'il existe. Les courbes des figures 5 et 6 montrent en effet pour les longueurs d'onde 4 046 et 3 341 Å que le saut de phase de 2π existe bien pour des couches d'or formées aux vitesses de 0,8 et de 3 mμ à la minute, par contre, il n'a pas été possible de le mettre en évidence pour des couches formées à la vitesse de 25 mμ à la minute.

Comme il était à prévoir, les valeurs des variations de phase comme celles des facteurs de réflexion et de transmission d'une couche d'or sont étroitement liées à la vitesse de formation du dépôt métallique, aussi bien côté air que côté support. Ceci doit être dû à ce que, d'une part, la vitesse de formation a une grande influence sur la forme et les dimensions des grains constituant cette couche et que, d'autre part, les faibles vitesses d'évaporation favorisent peut-être l'altération des couches métalliques.

(*) Séance du 15 juin 1959.

(1) R. Philip, *J. Phys. Rad.* (sous presse).

(2) P. Rouard, *Ann. Phys.*, 7, 1937, p. 291.

SPECTROSCOPIE. — *Le spectre de vibration du nitrite de sodium.* Note de M. **André Tramer**, transmise par M. Auguste Rousset.

Les spectres Raman [1] et infrarouge [2] du nitrite de sodium à l'état de poudre, aussi bien que l'absorption infrarouge des lames monocristallines [3] ont été étudiés par plusieurs auteurs, mais la connaissance du spectre est encore incomplète : on n'a trouvé que deux fréquences externes; les fréquences de la vibration $\nu_3(B_1)$ de l'ion NO_2 rapportées par différents auteurs sont différentes. La structure cristalline indique une forte piézoélectricité, dont l'influence sur les fréquences de vibration [4] n'a pas été étudiée.

$NaNO_2$ cristallise dans le système orthorhombique; la maille centrée C_{2v}^{20} contient 2 mol, toutes deux parallèles au plan XY; l'axe Y passe par l'ion Na^+ et coïncide avec la bissectrice aiguë de l'ion NO_2^- [5]. La plus petite maille (triclinique) contient donc une seule molécule $NaNO_2$.

La théorie donne le dénombrement des fréquences : trois fréquences internes (ν) $2A_1 + B_1$ et six fréquences externes dont trois librations des ions $NO_2^-(R) : A_2 + B_1 + B_2$ et trois vibrations de translation (T) : $A_1 + B_1 + B_2$.

La forme de l'ellipsoïde des indices laisse prévoir la forte intensité des raies de diffusion correspondantes aux librations des ions NO_2^-, R_y et R_z.

Le spectre observé est donné dans le tableau. Les conclusions relatives à la symétrie ont été tirées d'après l'état de polarisation des raies dans les deux spectres.

Dans le spectre Raman on n'observe que cinq fréquences externes sur six. L'attribution de trois d'entre elles, semble certaine. La raie faible vers 185 cm^{-1} correspondrait, d'après l'état de polarisation des combinaisons dans le spectre infrarouge, plutôt à une vibration de type B_1, ce qui indiquerait la symétrie B_2 de la raie 148 cm^{-1}. Les bandes d'absorption infrarouge à 806 (et moins certaine à 1300 cm^{-1}) peuvent être interprétées comme les différences des fréquences internes et d'une fréquence externe $\nu \approx 20\,cm^{-1}$ de symétrie A_1. La raie Raman, correspondant à cette fréquence, serait trop rapprochée de la raie excitatrice pour pouvoir être observée.

ν.	ε.	Symétrie,	type.
	Spectre Raman.		
122 TF	XZ	A_2	R_y
148 f	XY ?	$B_1(T_y)$ ou $B_2(R_x)$	
150-170 (*) F	XY	B_1	R_z
185 f	XY ou YZ	$B_1(T_y)$ ou $B_2(R_x)$	
210-225 (*) { tf / L }	YZ	$B_2(T_z)$	
828 m	$XX > YY \geqslant ZZ$	A_1	ν_2
1 230-1 360 (*) m	XY	B_1	ν_3
1 327 F	$XX \geqslant YY > ZZ$	A_1	ν_1

(*) La fréquence dépend de l'orientation du cristal.

ν.	p.	Symétrie,	type.
Spectre infrarouge.			
806 f	Y	A_1	$\nu_2 - 19\ (a_1)$
825 M	Y	A_1	ν_2
970 f	X	B_1	$\nu_2 + 145\ (b_1)$
1 000 tf	X	B_1	$\nu_2 + 175\ (b_1)$
1 095 m	Y	A_1	$\nu_3 - 130\ (b_1)$
1 120 m	Z	B_2	$\nu_3 - 105\ (a_2)$
1 225 TF	X	B_1	ν_3
~1 300 m ?	Y	A_1	$\nu_1 - 20\ (a_1)$
1 325 F	Y	A_1	ν_4
1 360 aF	Z(Y)	B_2	$\nu_3 + 135\ (a_2)$
1 410 tf	Y	A_1	$\nu_3 + 180\ (b_1)$
2 060 f	X	B_1	$\nu_2 + \nu_3$
2 545 m	X	B_1	$\nu_1 + \nu_3$
2 635 af	Y	A_1	$2\nu_1$

La polarisation des raies de vibrations internes et de leurs combinaisons est en accord avec les données structurales.

L'effet de piézoélectricité n'a été observé que pour la fréquence ν_3 (la plus intense dans le spectre infrarouge) et les raies externes 150 et 215 cm^{-1} (le dernier cas est incertain à cause du caractère diffus de la raie) du spectre Raman.

Cas [6].	$R_z(B_1)$.	$T_z(B_2)$.	(B_1).
4.	151	~218	1 230
6.	159	~226	1 288
3.	168	~213	1 310

L'effet est le plus fort pour ν_3, seul ce dernier cas a été étudié plus en détail.

La théorie de l'effet [4] prévoit que la fréquence dépend de l'angle entre le vecteur d'onde $\vec{k}$ de la vibration élastique et la direction du moment électrique induit par cette vibration (OX pour ν_3). En dehors des cas fondamentaux, le spectre Raman a été mesuré dans les échantillons orientés d'une telle façon que le vecteur d'onde de la vibration active en diffusion a été dirigé suivant les axes OX, OY et OZ du cristal.

Orientation du cristal (angles).				
$(\vec{k}, \vec{X})$.	$(\vec{k}, \vec{Y})$.	$(\vec{k}, \vec{Z})$.	ν_3.	$\nu_t + (\nu_l - \nu_t)\cos^2(\vec{k}, \vec{X})$.
Spectre Raman.				
90°	45°	45°	1 230 f	ν_t
45	45	90	1 288 m	1 295
45	90	45	1 310 m	
0	90	90	1 357 a F	ν_l
90	0	90	Inactive	–
90	90	0	1 231	ν_t

Orientation du cristal (angles).				
$(\vec{k}, \vec{X})$.	$(\vec{k}, \vec{Y})$.	$(\vec{k}, \vec{X})$.	ν_3.	$\nu_t + (\nu_l - \nu_t) \cos^2 (\vec{k}, \vec{X})$.
		Spectre infrarouge.		
90°	0 ou 90°	0 ou 90°	1 225 TF	ν_l
40	90°	50°	1 307 F	1 302
20	90	70	1 330 m	1 340
0	–	–	Inactive	–

Dans le même but, on a étudié l'absorption en infrarouge polarisé par les lames monocristallines telles que l'axe cristallographique OX faisait l'angle de 20 et 40° avec la normale à la surface. c'est-à-dire avec la direction du faisceau lumineux et des vecteurs d'ondes élastiques actives en absorption.

On voit que la différence entre les fréquences des vibrations longitudinale ν_l et transversale ν_t est de 130 cm^{-1}.

La fréquence de combinaison $\nu_1 + \nu_3 = 2\,545$ cm^{-1} ne dépend pas de l'orientation de la lame.

La forte dépendance de la position de la raie ν_3 avec l'orientation du cristal explique les difficultés rencontrées dans les mesures de cette fréquence dans les corps polycristallins. Pour les orientations désordonnées des cristaux en poudre, la raie Raman résultante est trop large et trop faible pour être visible. Le maximum de la bande infrarouge sera toujours plus proche de la fréquence transversale, mais si la méthode de préparation de l'échantillon rend privilégiées certaines orientations, le maximum peut être nettement déplacé. Cet effet qui a été observé par Weston (²) et par nous (la fréquence ν_3 change de 1235 à 1250 et 1260 cm^{-1} pour les suspensions dans la vaseline, hexachlorobutadiène et KBr) peut être aussi la cause des différences entre les données rapportées par différents auteurs (ν_3, de 1217 jusqu'à 1270 cm^{-1}).

(¹) P. Tarte, *Ann. Soc. Sc.*, Bruxelles, 1re série, 70, 1956, p. 244.
(²) R. E. Weston et T. F. Brodasky, *J. Chem. Phys.*, 27, 1957, p. 683 (revue de travaux antérieurs).
(³) R. Newman, *J. Chem. Phys.*, 20, 1952, p. 444.
(⁴) H. Poulet, *Ann. Phys.*, 12e série, 10, 1955, p. 908.
(⁵) G. E. Ziegler, *Phys. Rev.*, 38, 1931, p. 1040; G. B. Carpentier, *Ann. Cryst.*, 8, 1955, p. 852.
(⁶) J. P. Mathieu, *Spectres de vibration*, Paris, 1945.

(*Laboratoire des Recherches physiques, Sorbonne.*)

RÉSONANCE PARAMAGNÉTIQUE ÉLECTRONIQUE. — *Étude de la décomposition thermique du sulfate de vanadyle.* Note (*) de M. **Jean Roch**, présentée par M. Louis de Broglie.

On montre comment l'étude de l'amplitude et de la largeur des courbes de résonance paramagnétique électronique permet de mettre en évidence la nature des produits de décomposition thermique du sulfate de vanadyle.

Le sulfate de vanadyle cristallisé à la température ordinaire est un mélange en proportions sensiblement égales de deux phases : $SO_4VO, 5H_2O$ et $SO_4VO, 4H_2O$. L'analyse thermique pondérale permet de suivre sa décomposition thermique, donnant successivement les hydrates à 4, 3, 1 mol d'eau, puis le sel anhydre et enfin l'oxyde vanadique V_2O_5 [1].

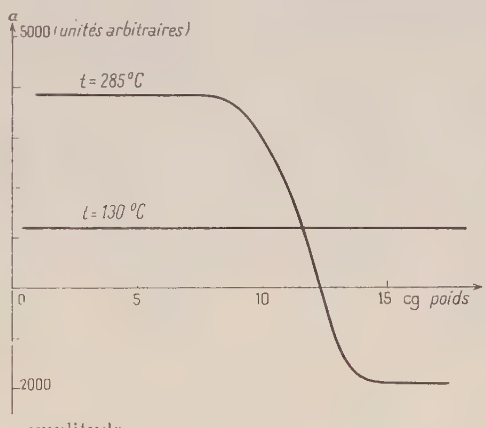


Fig. 1. — Quotient $a = \frac{\text{amplitude}}{\text{poids}}$ en fonction du poids pour deux températures de chauffe.

Ces résultats sont représentés sur la courbe 3. Le phénomène s'accompagne de changements de couleur de la poudre qui passe du bleu au vert, puis au jaune brun.

Le sulfate de vanadyle cristallisé présente à la température ordinaire, une raie de résonance paramagnétique électronique très nette, correspondant à $g = 2$, et de largeur voisine de 175 gauss. Ceci est en accord avec la structure électronique du vanadium dont les couches externes sont $3s^2$, $3p^6$, $3d^3$ et $4s^2$ et la présence d'un électron célibataire $3d$ dans l'ion $(VO)^{++}$.

Nous avons utilisé cette résonance pour l'étude thermique du sel, en procédant comme suit : différents échantillons sont chauffés à des températures variant entre 50 et 680° C pendant une demi-heure. Après mesure de la perte de poids, le produit obtenu, contenu dans un tube de quartz, est placé dans la cavité résonnante d'un spectromètre à détection synchrone fonctionnant sur la longueur d'onde de 3 cm. Une difficulté provient de ce que, si le produit de départ est un diélectrique relativement

bon, il n'en est plus de même après le traitement thermique; il en résulte une variation des coefficients de qualité Q et de couplage $\varkappa$ de la cavité, donc de la sensibilité du spectromètre [2].

Pour comparer de manière sûre les susceptibilités, nous avons opéré de la façon suivante : le diaphragme de couplage du guide à la cavité est choisi de telle façon que le coefficient de couplage soit voisin de la valeur optimum $2+\sqrt{3}$ [2]. Puis nous étudions en fonction du poids de l'échantillon le quotient $a =$ amplitude de la courbe/poids de l'échantillon. La courbe donnant a en fonction du poids présente un palier pour les poids faibles, palier d'autant plus étendu que le corps est meilleur diélectrique.

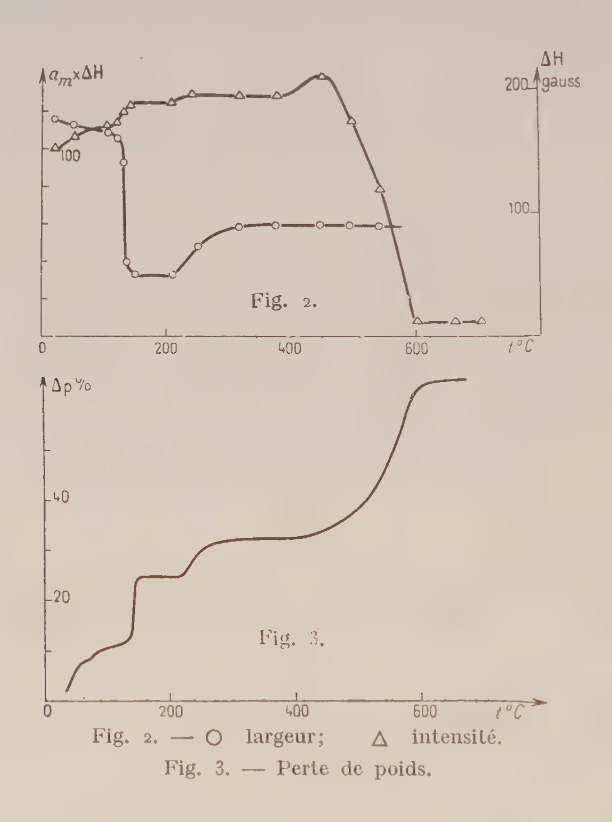


Fig. 2. — O largeur; △ intensité.

Fig. 3. — Perte de poids.

Puis elle décroît, peut même atteindre la valeur 0 et des valeurs négatives si α atteint l'unité (*fig.* 1). C'est la valeur de ce palier a_m qui, multipliée par la largeur de raie, nous servira à caractériser l'intensité de la résonance. La figure 2 représente, en fonction de la température de chauffe : *a.* la largeur de raie ΔH; *b.* l'intensité de résonance rapportée à la valeur 100 pour le produit non traité.

Ce procédé permet donc d'atteindre les vraies susceptibilités, et ainsi on parvient à retrouver les discontinuités de l'analyse thermique. La perte de l'eau de cristallisation s'accompagne d'une augmentation de l'absorption de résonance (le produit intensité $\times$ poids résiduel étant sensiblement constant) et d'une forte diminution de la largeur de raie (jusqu'à la for-

mation du monohydrate seulement) consécutive au rapprochement des radicaux $(VO)^{++}$ et attribuable à un effet d'échange. La transformation de sulfate de vanadyle en oxyde vanadique provoque la disparition presque totale de la résonance, la faible absorption restante pouvant être due, soit à du sulfate non transformé, soit à des impuretés. (En particulier, l'analyse spectroscopique indique une proportion de fer inférieure à 2.10^{-5} dans V_2O_5 et en fabriquant un mélange artificiel, en proportions légèrement supérieures, d'oxyde ferrique et de corps inerte, j'ai en effet pu observer une courbe analogue à la courbe résiduelle.)

(*) Séance du 15 juin 1959.

(1) DUCHÊNE et ROCH (sous presse).

(2) ROCH, *Comptes rendus*, 248, 1959, p. 663.

(*École Normale Supérieure, Saint-Cloud, Seine-et-Oise*
et Laboratoire d'Électronique, B. P. nº 9, *Fontenay-aux-Roses*.)

PHYSIQUE NUCLÉAIRE. — *Formation des isotopes* 197, 195 *et* 194 *du mercure par réaction de protons de* 155 MeV *sur l'or.* Note de Mme **Nina Poffé**, MM. **Michel Riou** et **Jean Teillac**, présentée par M. Francis Perrin.

Nous avons déterminé par mesure des activités de ^{197}Hg et ^{195}Au les sections efficaces des réactions (p, n) et $(p, 3n)$ dont les valeurs sont respectivement 31 et 25 mbarns (± 30 %). Nous n'avons pas pu observer l'activité de ^{194}Hg. La section efficace calculée à partir de ^{194}Au formé par filiation est anormalement faible, compte tenu d'une nouvelle détermination de la période de ^{194}Hg, d'environ 700 jours.

Les protons accélérés jusqu'à 160 MeV par le synchrocyclotron de la Faculté des Sciences de Paris, à Orsay, permettent de produire des réactions de spallation avec émission d'un grand nombre moyen de nucléons par les noyaux lourds. L'interprétation admise jusqu'à présent est la suivante : l'interaction directe du proton avec les nucléons du noyau-cible conduit à l'émission de quelques nucléons (en moyenne 0,9 neutron et 0,5 proton) et à l'excitation du noyau résiduel à une énergie moyenne élevée (80 MeV d'après des calculs statistiques récents) [1]. Ceci provoque l'évaporation d'un grand nombre de nucléons, principalement de neutrons. Il en résulte la formation de plusieurs dizaines de nuclides déficients en neutrons, dont la plupart sont radioactifs. L'identification et la mesure d'activité de ces nuclides conduit donc à une détermination expérimentale des sections efficaces et permet de préciser les mécanismes d'interaction directe et d'évaporation.

Une étude est actuellement en cours pour déterminer les sections efficaces de formation de différents isotopes de Hg, Au, Pt, Os et Ir par protons de 155 MeV sur l'or. Ces différents isotopes se désintègrent essentiellement par capture électronique; la détermination des sections efficaces est faite par mesure absolue des rayonnements K d'un isotope donné obtenu après séparation chimique de l'élément correspondant, puis, éventuellement, séparation électromagnétique.

Certaines sections efficaces peuvent être également obtenues en suivant l'évolution de l'activité sur un élément et en la décomposant suivant les périodes. Nous avons appliqué cette méthode à certains isotopes du mercure, de période suffisamment longue.

1. *Irradiation et séparation.* — Les cibles étaient constituées de quelques feuilles d'or et d'aluminium, chacune de 0,01 mm d'épaisseur. Chaque feuille devant être utilisée pour les mesures était entourée de deux feuilles identiques pour annuler les pertes par recul. Le ralentissement des protons dans ces cibles est négligeable. Les temps d'irradiation ont varié de quelques minutes à 2 h avec une intensité de faisceau comprise entre 0,5 et 6 μA.

La mesure absolue de l'activité β de ^{24}Na, formé lors de l'irradiation de l'aluminium, permet de déterminer le nombre de protons traversant la

cible. La valeur de la section efficace de la réaction $^{27}Al\,(p, 3\,pn)\,^{24}Na$ a été prise égale à 9,1 mbarns à 155 MeV (2).

Nous avons séparé, par distillation sous vide, le mercure formé dans les feuilles d'or en chauffant celles-ci au-dessous de 1000° dans un tube de quartz : le mercure est recueilli à une extrémité du tube, refroidie à l'aide d'azote liquide. Le rendement de la distillation a été déterminé en comparant avant et après l'activité de $^{197}Hg^{\star}$ formé par la réaction $^{197}Au\,(p, n)$ à 10 MeV : nous l'avons trouvé supérieur à 95 %.

D'après des expériences préliminaires, nous pensons qu'il n'y a pas distillation appréciable du mercure au cours de l'irradiation.

2. ^{197}Hg *et* ^{195}Hg. — L'étude du rayonnement K effectuée à l'aide de scintillateurs Na-I (T_l) nous a permis de déterminer l'intensité absolue en utilisant les calculs de Vegors et al. (3) dont nous avons vérifié expérimentalement certaines valeurs. Les courbes d'évolution de l'activité, très complexes pour les temps courts, peuvent être décomposées pour les temps supérieurs à 5 jours suivant deux périodes : 65 h et 180 jours que nous attribuons respectivement à l'état fondamental de ^{197}Hg et à ^{195}Au provenant par filiation de ^{195}Hg. Les spectres γ confirment cette attribution.

Pour déterminer les sections efficaces, nous avons tenu compte du rendement de fluorescence K, des rapports capture K/capture L (4), (5), de la proportion de photons K dus à la conversion interne de raies γ et, enfin, de la présence de la raie γ de 77 keV de ^{197}Hg. Les valeurs ainsi obtenues pour les sections efficaces totales de formation de ^{197}Hg [réaction (p, n)] et de $^{195}Hg\,[(p, 3n)]$ sont respectivement égales à 31 et 25 mbarns avec une erreur d'environ 30 %.

Nous pensons que l'erreur sur la valeur relative de ces sections efficaces est bien inférieure à 30 %.

Nous avons calculé théoriquement les sections efficaces en admettant les résultats de Metropolis et al. (1) pour l'interaction directe, et la méthode de Jackson (6) pour l'évaporation. Nous avons utilisé l'expression de Lang et Le Couteur (7), $T = \sqrt{(8,5/A)\,E}$, reliant la température nucléaire T à l'énergie d'excitation E exprimées en mégaélectrons-volts. Nous avons obtenu ainsi respectivement 4,3 et 24 mbarns pour les réactions (p, n) et $(p, 3n)$, la première valeur présentant un écart important avec la valeur expérimentale. Il apparaît donc que le calcul sous-estime l'importance des réactions (p, n) qui résultent de l'émission d'un seul neutron par interaction directe avec excitation du noyau résiduel à une énergie inférieure à l'énergie de séparation d'un neutron (de l'ordre de 7,5 MeV). Koch et Turkevich (8) ont donné les sections efficaces (p, n) dans le cuivre, et leurs valeurs sont en accord avec les résultats calculés (1). La comparaison avec notre valeur pour l'or à 155 MeV montre que les sections efficaces de la réaction (p, n) dans l'or et le cuivre sont sensiblement proportionnelles à $N^{2/3}$ où N est

le nombre de neutrons. Il est donc possible que la probabilité de ce phénomène soit directement liée à ce nombre.

3. ^{194}Hg. — L'étude des décroissances et la séparation d'isotopes ne permettent pas d'identifier ^{194}Hg qui a été signalé comme ayant une période de l'ordre de 130 jours et plus récemment de 600 jours [9]. Nous l'avons recherché en distillant le mercure de feuilles d'or irradiées depuis plusieurs mois, où tous les autres isotopes du mercure ont disparu. Nous avons observé la croissance d'un rayonnement de 65 keV avec une période de l'ordre de 30 h, ainsi que d'un rayonnement de 325 keV, ce qui caractérise ^{194}Au formé par filiation de ^{194}Hg, mais nous n'avons pas observé de rayonnement attribuable à celui-ci. Après équilibre de ^{194}Au, il y a décroissance avec une période nettement plus longue que celle de ^{195}Au, d'environ 700 jours. Le spectre γ observé exclut l'attribution à la filiation $^{194}\text{Os} \xrightarrow{700\,\text{j}} {}^{194}\text{Ir} \xrightarrow{19\,\text{h}} {}^{194}\text{Pt}$ à partir de traces d'osmium volatilisé sous forme de tétroxyde.

En chassant par distillation le mercure d'une source à l'équilibre, on constate que l'activité résiduelle décroît avec une période de 39 h, ce qui confirme bien qu'il s'agit de ^{194}Au.

La mesure du rayonnement K de ^{194}Au conduit à une section efficace de formation de ^{194}Hg [réaction $(p, 4n)$] faible (de l'ordre du millibarn) alors que nous avons calculé une section efficace égale à 38 mbarns. Il est difficile d'imaginer un processus de réaction expliquant cet écart, qu'il faudrait plutôt attribuer aux difficultés d'interprétation de la désintégration de ^{194}Hg [7].

(1) METROPOLIS, BIVINS, STORM, TURKEVICH, MULLER et FRIEDLANDER, *Phys. Rev.* 110, 1958, p. 185.

(2) HICKS, STEVENSON et NERVICK, *Phys. Rev.*, 102, 1956, p. 1390.

(3) S. H. VEGORS, L. L. MARSDEN et R. L. HEATH, *A. E. C.* Research and development Report I. D. O.-16370, 1er septembre 1958.

(4) BISI, GERMAGNOLI et ZAPPA, *Nuovo Cimento*, 11, 1959, p. 843.

(5) BRYSK et ROSE, *Rev. Mod. Phys.*, 30, 1958, p. 1169.

(6) J. D. JACKSON, *Canad. J. Phys.*, 35, 1957, p. 21.

(7) LANG et LE COUTEUR, *Proc. Phys. Soc.*, A 67, 1954; p. 586.

(8) KOCH et TURKEVICH, *Bull. Amer. Phys. Soc.*, 2, no 1, 1956, p. 94.

(9) J. BRUNNER, J. HALTER et P. SCHERRER, *Helv. Phys. Acta*, 31, 1958, p. 335.

CATALYSE. — *Alcoylation aromatique en présence de solutions aqueuses des chlorures d'étain.* Note de M. **Robert Jenny**, présentée par M. Paul Pascal.

L'utilisation de solutions aqueuses chlorhydriques des chlorures d'étain a permis de mettre en évidence, d'une part, l'activité catalytique du chlorure stanneux dans l'alcoylation aromatique, et d'autre part, d'exalter l'activité du chlorure stannique dans cette réaction.

Nous avons montré [1] que, contrairement à l'idée généralement admise les chlorures métalliques dissous en solution aqueuse catalysent l'alcoylation des noyaux aromatiques. Le benzène a ainsi été alcoylé par divers agents d'alcoylation, au moyen de solutions aqueuses de chlorure de zinc et de chlorure ferrique.

Les résultats présents ont été obtenus avec les chlorures stanneux et stannique dans les mêmes conditions.

Le chlorure stanneux ne semble pas avoir été utilisé jusqu'à présent comme catalyseur d'alcoylation, même pas en milieu anhydre. Calloway [2] et Price [3] n'en font pas mention et il a été reconnu comme inactif dans l'acétylation du toluène [4].

Quant au chlorure stannique anhydre, il est connu comme un catalyseur doux, activant des réactions d'alcoylation faciles. La condensation du benzène avec le chlorure de benzyle a été effectuée avec ce catalyseur avec un rendement de 35 % au reflux [3].

Dans les préparations suivantes, la méthode opératoire est identique à celle décrite précédemment [1]. Dans chaque essai, on a mis en contact, par agitation efficace, une mole de composé aromatique, une demi-mole de dérivé chloré et une solution aqueuse saturée d'acide chlorhydrique, contenant une mole de chlorure métallique se trouvant avec l'eau dans le rapport indiqué. Il est avantageux de faire précéder les lavages alcalins des produits de la réaction par un lavage à l'acide chlorhydrique dilué, pour éviter la précipitation de produits d'hydrolyse des chlorures métalliques. Les rendements ont été calculés par rapport au dérivé chloré.

Alcoylation en présence de solutions aqueuses de $SnCl_2$. — *a.* Le toluène et le chlorure de benzyle, en présence de $SnCl_2$, $2\,H_2O$ fondu et saturé de HCl, donnent à 95°, après 7 h, 30 % de benzyltoluène dont les constantes physiques, $É_1$ 111°; n_D^{20} 1,572, d_4^{20} 0,995, correspondent à celles citées pour le dérivé para [5].

b. Un mélange de phénol, de chlorure de benzyle et de $SnCl_2$—$3H_2O$ conduit, après 1 h 1/2 à 50°, à 55 % de monobenzylphénol et 22 % de dibenzylphénol. Dans ce cas les lavages alcalins ont été supprimés. Le monobenzylphénol obtenu fond vers 60° et se compose d'un mélange d'isomères dont la recristallisation dans le cyclohexane permet d'isoler l'isomère para (F 84°). Le mélange brut des isomères est complètement

soluble dans la soude à 5 %, il n'y a donc pas eu formation de benzylphényléther, la substitution ayant lieu uniquement dans le noyau.

Nous avons vérifié qu'en l'absence de catalyseur ou en présence d'acide chlorhydrique concentré, il n'y avait pas de dégagement d'acide chlorhydrique notable pendant la même durée de réaction. Des résultats équivalents sont obtenus, si la solution catalytique est préparée par fusion du trihydrate de l'acide chlorostannique $HSnCl_3$, $3H_2O$ préparé à basse température.

Alcoylation en présence de solutions aqueuses de $SnCl_4$. — *a.* Le benzène et le chlorure de benzyle en présence de $SnCl_4$—$5H_2O$, sont transformés, en 45 mn à 50°, en 60 % de diphénylméthane et 23 % de dibenzylbenzènes isomères, $É_2$ 185-190°, fondant vers 70°.

b. Avec H_2SnCl_6, $6H_2O$ fondu, les mêmes réactifs conduisent, après 2 h 1/2 à 50°, à 49 % de diphénylméthane et 25 % de dibenzylbenzènes.

c. En maintenant du toluène, du chlorcyclohexane et du chlorure stannique anhydre pendant 1 h 1/2, à 95°, aucun produit d'alcoylation ne se forme, la distillation sous vide, à une température inférieure à 95°, du mélange réactionnel après la réaction ne fournissant que les produits de départ.

En remplaçant le $SnCl_4$ anhydre par une solution chlorhydrique de composition $SnCl_4$—$4H_2O$, préparée par addition de $SnCl_4$ à la quantité adéquate d'acide chlorhydrique concentré, on isole, après la même durée de réaction et la même température, 67 % d'un mélange de monocyclohexyltoluènes. $É_2$ 91°, n_4^{20} 1,5249.

Ces résultats montrent que la méthode, qui a été utilisée pour le chlorure de zinc et le chlorure de fer, peut être appliquée avantageusement aux chlorures d'étain. L'utilisation de ces catalyseurs en solution aqueuse permet de mettre en évidence, pour le premier, des propriétés catalytiques inconnues jusqu'à présent et, pour le second, une augmentation importante de son activité catalytique.

(1) R. Jenny, *Comptes rendus*, 246, 1958, p. 3877.
(2) N. O. Calloway, *Chem. Rev.*, 17, 1935, p. 327.
(3) C. Price, *Organic Reactions*, 3, 1946, p. 1.
(4) O. C. Dermer et al., *J. Amer. Chem. Soc.*, 63, 1941, p. 2881.
(5) G. F. Hennion et R. A. Kurtz, *J. Amer. Chem. Soc.*, 65, 1943, p. 1001. W. H. Rueggeberg, M. L. Cushing et W. A. Cook, *J. Amer. Chem. Soc.*, 68, 1946, p. 191. L. N. Petrova et O. V. Shvarts, *Zhur. Obshhei Khim.*, 20, 1950, p. 468; *C. A.*, 45, 1951, p. 7075.

(*Institut Français du Pétrole, Rueil-Malmaison, Seine-et-Oise.*)

ÉLECTROCHIMIE. — *Sur le comportement électrochimique en solution sulfurique des aciers inoxydables austénitiques 18-8 au molybdène.* Note (*) de M. **Philippe Berge**, présentée par M. Georges Chaudron.

Les courbes de polarisation d'aciers inoxydables austénitiques 18-8 et 18-8 contenant 3 % de molybdène, mettent en évidence l'influence généralement très favorable du molybdène sur la corrosion en milieu sulfurique. Le 18-8 au molybdène se passive plus facilement dans l'acide sulfurique.

Pour apprécier le degré de passivité des aciers inoxydables austénitiques 18-8 et ferritiques à 17 % de chrome, nous avions indiqué une méthode de réduction électrochimique de la couche responsable de la passivité ([1]). L'échantillon passivé est placé comme cathode dans une cellule contenant de l'acide sulfurique 18 N, et l'on suit sa dépassivation cathodique par potentiométrie à intensité constante de quelques microampères par centimètre carré.

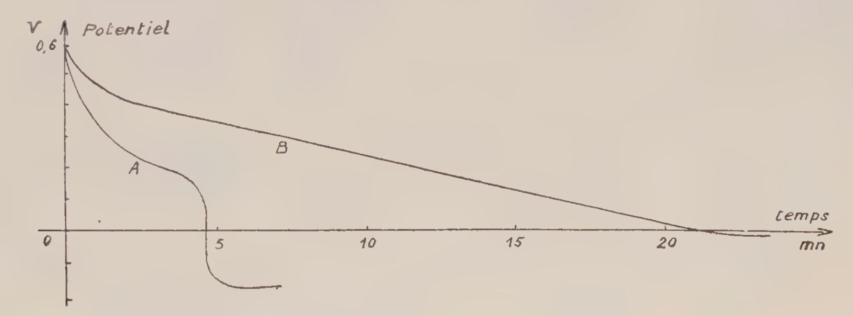


Fig. 1. — Dépassivation cathodique d'échantillons polis électrolytiquement en bain sulfophosphorique. $i = 5.10^{-6}$ A/cm². A. 18-8. B. 18-8 Mo.

Les essais, portant sur les aciers inoxydables 18-8 et F 17, ayant subi des traitements de passivation différents, indiquaient une chute de potentiel caractérisant le passage à l'état actif.

Le comportement d'échantillons d'acier inoxydable 18-18 contenant environ 3 % de molybdène s'avère différent. La dépassivation par un courant de 5.10^{-6} A/cm² est très longue.

Pour un échantillon poli électrolytiquement en bain sulfurique-phosphorique, qui a la propriété de conférer une bonne passivité, le temps de réduction est environ cinq fois plus grand (*fig.* 1).

D'autre part, la dépassivation n'est pas caractérisée par une chute nette de potentiel et, enfin, il est souvent possible de constater la présence de bulles d'hydrogène sur l'échantillon passif, ce qui indique que la réaction coulométrique de réduction de la couche passivante est loin d'être quantitative.

A la température de 18° les valeurs du potentiel de dissolution correspondant à l'état actif sont respectivement — 0,17 et — 0,02 V pour l'acier 18-8 ordinaire et pour l'acier 18-8 à 3 % de molybdène.

Il est donc probable que les positions respectives des courbes de polarisation, seront très différentes selon que l'acier contient du molybdène ou non.

Afin de mettre en évidence ces différences, nous avons tracé des courbes de polarisation des aciers 18-8 et 18-8 Mo en solution sulfurique à l'aide d'un appareillage potentiostat qui permet d'imposer le potentiel voulu à l'électrode et de lire l'intensité correspondante [2].

Un moteur entraîne le potentiomètre et permet de faire varier ce potentiel de façon continue avec une vitesse de 0,4 Volt par heure environ.

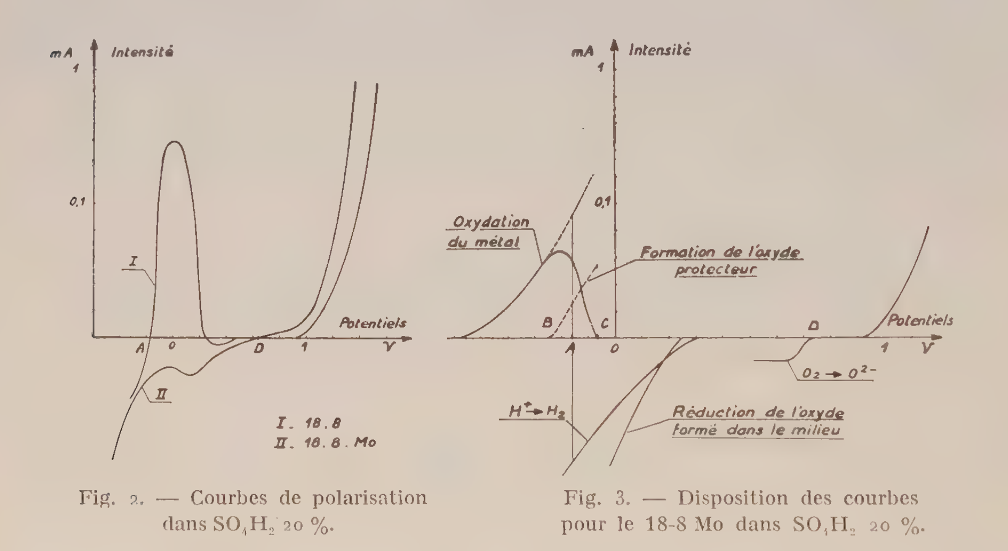


Fig. 2. — Courbes de polarisation dans SO_4H_2 20 %.

Fig. 3. — Disposition des courbes pour le 18-8 Mo dans SO_4H_2 20 %.

Un enregistreur XY trace directement les courbes de polarisation. Les échantillons, sur lesquels une surface de 6 cm² est isolée au moyen d'un vernis, sont polis électrolytiquement en bain acétoperchlorique.

Les courbes A et B de la figure 2 donnant respectivement les courbes de polarisation pour un acier 18-8 et 18-8 Mo dans SO_4H_2 à 20 %, confirment la différence de comportement de ces deux aciers.

Dans l'acide sulfurique, l'oxydation de l'acier se ralentit à partir d'un certain potentiel B pour devenir pratiquement nulle à partir de C.

Les potentiels B et C caractérisent la vitesse de formation d'un oxyde protecteur. Si ces potentiels sont situés comme sur la figure 3, l'acier possède une passivité qu'on pourrait appeler « stable », car l'échantillon ne pourra prendre, en l'absence de courant, d'autre potentiel que D caractérisant l'état passif.

Dans l'acide à 50 %, la passivité du 18-8 Mo n'est pas stable, mais on

voit (*fig.* 4 et 5) que le potentiel caractérisant l'état actif est effectivement plus élevé que celui du 18-8 sans molybdène.

La vitesse d'oxydation en l'absence de courant extérieur, du 18-8 Mo étant beaucoup plus lente que celle du 18-8, il n'aurait pas été possible d'interpréter ces courbes en supposant que la surtension de l'hydrogène est plus faible sur le 18-8 Mo que sur le 18-8 ([3]).

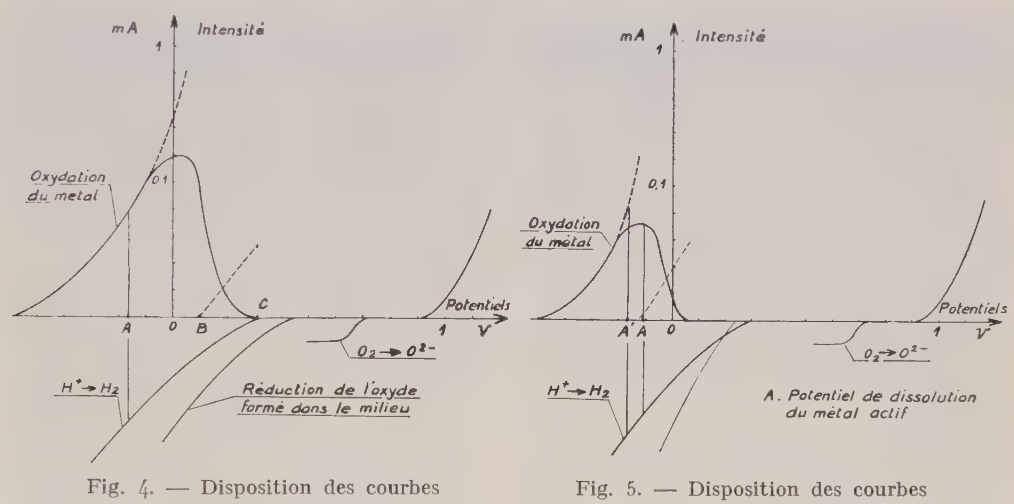


Fig. 4. — Disposition des courbes pour le 18-8 dans SO_4H_2 20 %.

Fig. 5. — Disposition des courbes pour le 18-8 Mo dans SO_4H_2 50 %.

En résumé, l'influence généralement très favorable de quelques pour-cent de molybdène dans un acier inoxydable 18-8 peut être considérée comme la conséquence de la formation plus rapide d'un oxyde dans le milieu sulfurique même.

La réduction cathodique de la couche passivante est ralentie et peut être arrêtée par la formation dans le milieu de l'oxyde protecteur qui se réduit à un potentiel plus négatif que les ions H^+.

(*) Séance du 8 juin 1959.

(1) P. Berge, *Comptes rendus*, 245, 1957, p. 1239.

(2) M. H. Roberts, *Brit. J. Appl. Phys.*, 5, 1954, p. 351-352; Edeleanu, *J. Iron Steel Inst.*, 185, avril 1957, p. 482-488.

(3) L. Wetternik, *Wersksto**ff**e U. Korrosion*, 7, 1956, p. 628-633.

PHYSIQUE DU MÉTAL. — *Aspects caractéristiques et différences entre la déformation par traction et la déformation par laminage; rôle des joints de grains ou des sous-joints.* Note (*) de M. **Aurel Berghezan**, présentée par M. Georges Chaudron.

Utilisant la technique dite de décoration des dislocations par précipitation, on a pu analyser les différences entre les déformations par traction et laminage. Le rôle des joints de grains est particulièrement important lors de la déformation par traction et ceci surtout à son début.

Il y a actuellement en pratique plusieurs modes de déformation des métaux : traction, compression, flexion, laminage, emboutissage, etc. Parmi ceux-ci, les plus utilisés et les plus caractéristiques sont la traction et le laminage; les différences et les similitudes entre ces deux modes de déformation sont encore mal précisées. Nous nous proposons ici de montrer quelques aspects caractéristiques de chacun de ces modes de déformation et voir surtout en quoi ils diffèrent.

Lorsqu'on déforme par traction, les données géométriques sont définies par l'axe de traction et l'orientation des cristaux individuels vis-à-vis de cet axe. Lors d'une telle déformation, un monocristal se comporte suivant ces données géométriques initiales. Si au lieu d'un monocristal, on déforme un agrégat polycristallin, en plus de ces données géométriques, la déformation est conditionnée par les joints de grains : leur nombre, leur structure et leur orientation propre vis-à-vis de l'axe de traction. La désorientation relative entre les grains voisins en est un autre facteur mais il peut être inclus dans la structure du joint qui est fonction du degré de désorientation ([1]). Aux premiers stades de la déformation par traction, les joints de grains jouent un rôle prépondérant sur la déformation; toute la déformation est limitée aux joints de grains et elle consiste surtout en multiples glissements dans leur voisinage.

Le laminage par contre est un mode de déformation beaucoup plus complexe, qui est insuffisamment défini seulement par les données géométriques telles que la direction de laminage, le plan de laminage, les orientations des grains, etc. Nous allons voir qu'en plus, le rôle des joints de grains est beaucoup plus réduit que lors de la traction et ceci surtout pour des déformations faibles, allant jusqu'à 5-10 % dont nous allons nous occuper plus particulièrement.

Pour analyser la déformation plastique, nous avons recours à un artifice : la précipitation. Ceci, parce que si la déformation plastique par traction peut facilement être suivie au microscope par les traces des plans de glissement sur une surface polie, la déformation par laminage ne peut pas être suivie de cette façon car après laminage un polissage ne met plus en évidence les lignes de glissements et une attaque ne les révèle qu'imparfaitement. Le meilleur moyen de mettre la déformation en évidence

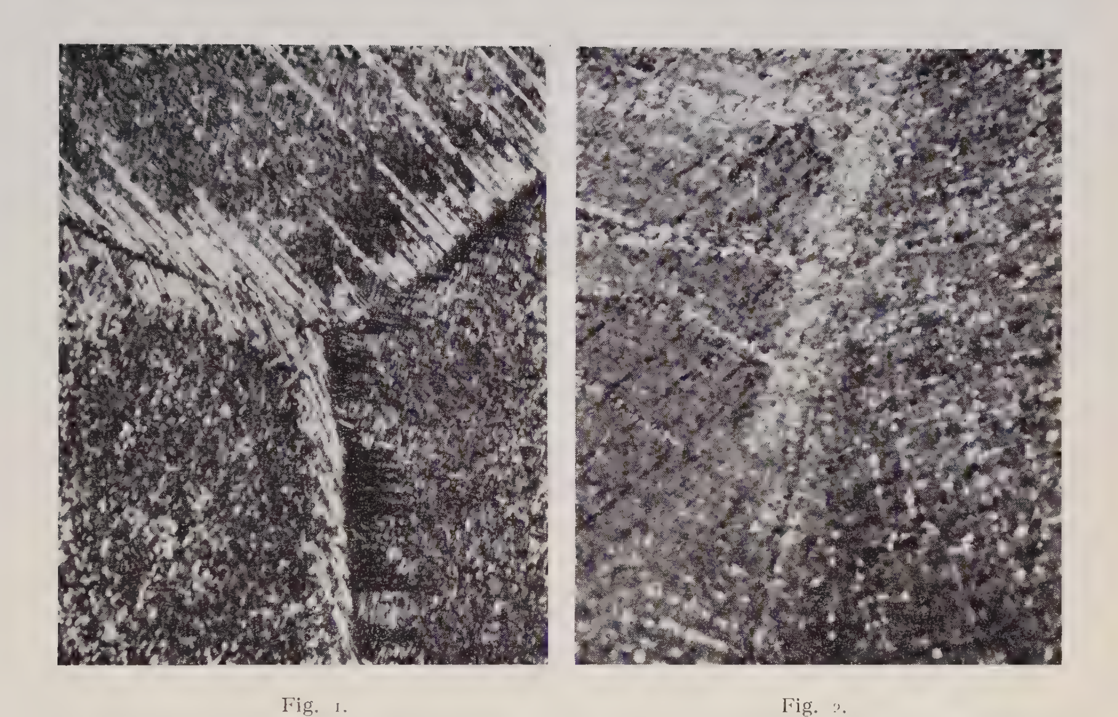


Fig. 1. Fig. 2.

Fig. 1. — Al-Ag à 8 % déformé par traction de 5 % aussitôt après trempe à l'air. Revenu de 24 h à 250° C. Noter l'alignement préférentiel des particules de précipité au voisinage des joints le long des plans de glissement actifs lors de la déformation. Ceci s'explique par l'empilement des dislocations dans ces endroits. (G × 600.)

Fig. 2. — Al-Ag à 8 %, déformé par laminage de 5 % aussitôt après trempe à l'air. Revenu de 24 h à 250° C. Noter par différence à la traction que les joints de grains ou leur voisinage ne sont pas des sièges de précipitation plus abondante que dans le reste de la matrice. (G × 600.)

est de la « décorer » par précipitation, celle-ci se faisant de préférence sur les imperfections de structure, notamment sur les lignes de dislocations [2], [3], [4], [5], [6].

A cet effet, nous avons déformé par traction ou laminage de gros cristaux d'un alliage qui précipite particulièrement bien : Al-Ag à 8 % Ag et dont les plans de précipitations sont les mêmes que ceux de déformation (111). Les figures 1 et 2 montrent, pour un même taux de déformation de 5 % et après précipitation dans un four à bain de sel à 250° C, la différence entre la déformation par traction et par laminage. La précipitation se faisant d'une façon très préférentielle, suivant la distribution des dislocations, on peut bien reconnaître l'aspect de la déformation après chacun des deux modes de déformation. Lors de la traction, la déformation, visible par l'alignement de particules de précipités dans les plans (111) est limitée aux joints de grains. Par contre, lors du laminage la déformation s'est effectuée autant dans les cristaux qu'aux joints. Plus précisément, il apparaît que la traction n'a produit des empilements de dislocations que dans le voisinage des joints de grains, duquel il fait sortir les dislocations pour les faire pénétrer dans la matrice. A cet effet, nous avons montré récemment par microscopie électronique par transmission [7] que les joints peuvent jouer un tel rôle car ils peuvent, soit créer des dislocations (sources multiplicatrices), soit donner ou recevoir des dislocations (donneurs ou accepteurs de dislocations). Par contre, lors de la déformation par laminage, les joints ne semblent pas être plus sollicités que la matrice car en jugeant d'après la distribution et la quantité de précipité, ceux-ci ne sont pas plus accentués dans les joints qu'à l'intérieur des grains. Une conséquence directe de ceci est que lors d'une déformation par laminage un échantillon polycristallin se comporte d'une façon plus voisine d'un monocristal alors que lors d'une déformation par traction il y a de très grandes différences entre les deux cas.

Il n'est donc pas suffisant de préciser lors d'un traitement mécanique seulement le taux de déformation, car le mode de déformation peut être encore plus important que sa valeur. Une application de cette conclusion est que l'influence de la déformation sur un phénomène métallurgique est, pour le même taux, différente suivant le mode de déformation utilisé. Dans une prochaine publication nous allons montrer une telle application.

(*) Séance du 15 juin 1959.

(1) W. T. Read et W. Shockley, *Phys. Rev.*, 78, 1950, p. 275.
(2) P. Lacombe et A. Berghezan, *Comptes rendus*, 229, 1949, p. 365; *Alluminio*, 18, 1949, p. 365; A. Berghezan, *Thèse*, Paris, 1952 (*Publ. scient. et techn. Minist. Air*, n° 283).
(3) R. Castaing et A. Guinier, *Comptes rendus*, 228, 1949, p. 2033.
(4) G. Thomas et J. Nutting, *Symposium on the mechanism of phase transformations in metals*, London, 1955 (Institute of Metals, Monograph n° 18, 1955, p. 57).
(5) H. Wilsdorf et D. Kuhlmann-Wilsdorff, *Phil. Mag.*, 45, 1954, p. 1096.
(6) P. A. Jacquet, Mme A. Weill et J. Calvet, *Comptes rendus*, 247, 1958, p. 1001.
(7) A. Berghezan et A. Fourdeux, *J. Appl. Physics* (sous presse).

(*Laboratoires de l'European Research Associates, à Bruxelles.*)

CHIMIE THÉORIQUE. — *Mécanisme d'action de* Mg^{++} *dans les transferts de groupements phosphate.* Note (*) de Mme **Andrée Goudot**, présentée par M. Louis de Broglie.

Introduction. — *Interaction entre systèmes d'électrons* π *de deux molécules liées par un ion métallique à l'intérieur d'un complexe chélaté.* — Dans une précédente Note ([1]) j'ai pu montrer que dans la formation d'un complexe addenda-métal-substrat, les électrons délocalisés sur un des composés pouvaient être transférés sur l'autre par l'intermédiaire de l'ion métallique central. Les électrons π qui étaient délocalisés sur des doubles liaisons ou portés sur un atome dans la molécule libre vont, dans le complexe chélaté, être délocalisés sur les anneaux du chélate qui ont tous en commun l'ion métallique central. Les charges dues aux électrons libres sont alors réparties différemment sur les atomes. La nouvelle distribution de charges dépend du potentiel d'ionisation, de l'électronégativité des atomes en présence mais elle dépend aussi du recouvrement des orbitales π de ces atomes dans la molécule de complexe chélaté. Dans l'exemple précédemment étudié ([1]) l'ion métallique et les atomes des substrats liés à lui sont dans un même plan puisqu'il s'agit d'un complexe carré. Les atomes situés dans un même plan ont leurs orbitales localisées dans ce plan. Leurs orbitales délocalisées sont dans des plans perpendiculaires à ce plan. Elles sont donc dans des plans parallèles entre eux et elles présentent ainsi le maximum de recouvrement. Il en est de même si les orbitales des électrons localisés des atomes en présence sont dans des plans parallèles.

L'ion métallique appartient, lui, aux deux systèmes d'électrons délocalisés si deux molécules sont liées par lui dans un chélate. Si de plus les orbitales des électrons délocalisés sont parallèles, on peut considérer les niveaux des orbitales calculés par la méthode des orbitales moléculaires LCAO comme appartenant à la même molécule dite de transition. Il peut y avoir transfert d'électrons d'un niveau à un niveau inférieur. Le substrat qui possédait les électrons π du niveau supérieur est alors le donneur et celui qui les reçoit dans le niveau juste inférieur est l'accepteur. Le passage d'électrons π du donneur sur l'accepteur va perturber la répartition des charges sur les atomes de chacun des substrats et peut faire qu'un des atomes ou des groupes d'atomes du donneur se trouvent liés à l'accepteur. (Ainsi la paire libre de NH_3 liant ce groupement au pyridoxal à l'intérieur du complexe pyridoxal-Cu-aminoacide). La transmission commence par un transfert d'électrons entre les systèmes d'électrons délocalisés du donneur et de l'accepteur. Cependant la redistribution des charges peut amener un changement dans la polarité des atomes et des groupements d'atomes provoquant une rupture à l'intérieur de la molécule de donneur et un rapprochement du groupement ainsi libéré avec un atome de signe

contraire suffisamment proche de l'accepteur. On a alors, à l'intérieur de complexe de transition, deux substrats nouveaux liés à l'ion métallique. Ainsi le passage du complexe pyridoxal-Cu^{++}-aminoacide au complexe pyridoxamine-Cu^{++}-kétoacide.

Si dans le nouveau complexe formé les niveaux des orbitales délocalisées sont aussi très voisins la réaction peut être réversible. Ce qui est le cas pour la réaction précédemment étudiée. Dans cette catalyse la transition de deux électrons π est nécessaire pour provoquer la réaction. Il suffit donc que, la plus haute orbitale occupée du donneur soit sensiblement de niveau supérieur à la plus basse orbitale libre de l'accepteur. Si le groupement à transférer comprend plus de deux électrons il sera nécessaire que dans la molécule de donneur plusieurs orbitales occupées soient chacune

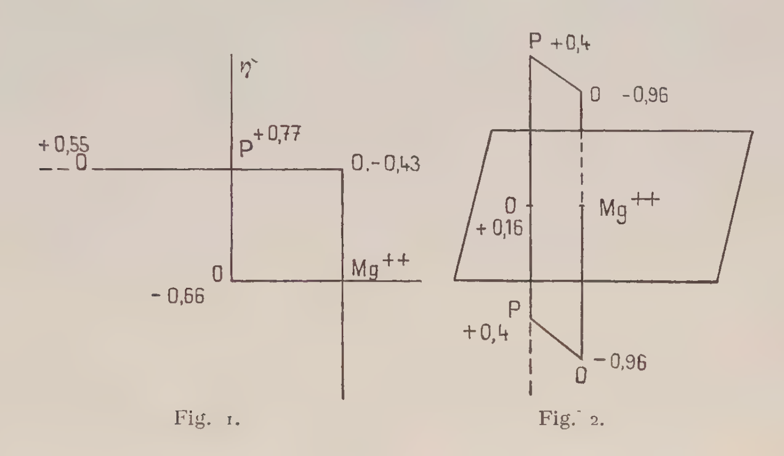


Fig. 1. Fig. 2.

de niveau un peu supérieur à chacune des orbitales libres les plus basses, de l'accepteur. Cependant si ce dernier possède une orbitale dégénérée elle pourra recevoir quatre électrons libres.

Dans l'étude qui suit il s'agit du transfert de groupements phosphate contenant chacun quatre électrons délocalisés.

Étude théorique du cycle phosphate. — Mg^{++} paraît intervenir en connexion avec le cycle respiratoire comme régulateur des échanges de groupements phosphate et pyrophosphate. Il continue à avoir une action catalytique sur ces échanges alors que le cycle respiratoire est interrompu comme, par exemple, dans des mitochondries « âgés » ou détériorés [2].

Le cycle des échanges de phosphate peut être divisé en trois phases :

1. Incorporation du P_i (phosphate inorganique) dans des composés donnant avec lui des liaisons dites « liaisons riches », parce que leur rupture provoque un grand dégagement d'énergie.

2. Transfert de groupement ($\sim$ph) dans des systèmes acide adénylique pour donner l'adénylite triphosphate (ATP).

3. Utilisation de l'énergie de la liaison riche de l'ATP :

a. Rupture du groupement phosphate terminal de l'ATP avec libération de ($\sim$ph) et ADP.

b. Rupture du groupement ($\sim$PP) dans les mécanismes de synthèse des acides nucléiques et des protéines.

J'ai fait l'étude théorique de la rupture, de chacun de ces groupements quand la réaction est activée par Mg^{++}.

L'ion Mg^{++} donne des complexes tétraédriques ioniques mais il peut former aussi des complexes octaédriques pour donner six liaisons hybrides.

L'étude théorique de la molécule d'adénosine triphosphate à l'état libre et celle de la liaison riche $\overset{\overset{\displaystyle O}{\|}}{C}—O—\overset{\overset{\displaystyle O}{|}}{P}\!\!<$ ont été faites ([3]) et j'aurai à m'y reporter pour comparer aux résultats trouvés lorsque de telles molécules sont liées à Mg^{++}. J'ai étudié les complexes formés avec Mg^{++} et les composés contenant des groupements phosphate dans le cas où l'ion métallique est lié à un seul des groupements phosphate et celui où Mg^{++} est lié à deux des groupements phosphate.

1° Mg^{++} est lié à deux atomes O du groupement phosphate terminal, ce qui doit être le cas dans les kinases (*fig.* 1). Je suppose les deux atomes O de liaison, P et Mg^{++} dans le même plan après distorsion des liaisons dans le groupement phosphate. Ces atomes sont situés dans le plan de la figure.

2° Mg^{++} est lié à deux groupements phosphate de l'ATP (*fig.* 2).

J'ai fait alors à l'aide de la méthode des orbitales moléculaires LCAO le calcul de la répartition des charges dues aux électrons délocalisés.

Si l'on se rapporte aux résultats obtenus par B. Grabe dans le cas des molécules libres on voit que la formation de complexe avec Mg^{++} a eu pour résultats de polariser fortement les atomes de liaisons O qui sont plus fortement négatifs et de rendre P et un O qui le lie à une autre molécule plus fortement positifs.

1° Pour le groupement phosphate terminal lié à Mg^{++}. La charge sur les atomes O de liaisons passe de — 0,57 à — 0,76. L'atome O de charge + 0,55 est labile car P lui, varie de + 0,36 à 0,37.

2° Dans l'adénine triphosphate la liaison du groupement PP à Mg^{++} fait passer les charges, sur les atomes O de liaison, de — 0,65 à — 0,96. Les charges sur les deux P du groupement PP sont sensiblement égales à + 0,44 et la charge sur l'atome O qui les réunit est de + 0,16. Ils sont donc moins fortement positifs que dans la molécule ATP libre. Donc le groupement PP est plus stable dans le complexe.

(*) Séance du 15 juin 1959.

([1]) *Comptes rendus*, 248, 1959, p. 466.

([2]) P. Siekevitz, H. Löw, L. Ernster et O. Lindberg, *Bioch. Biophys. Acta*, 29, 1958, p. 378.

([3]) B. Grabe, *Arkiv Fysik.*, avril 1959.

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Sur la préparation des uranates de choline.* Note de Mlle **Colette Soye**, présentée par M. Louis Hackspill.

La précipitation du nitrate d'uranyle, $(NO_3)_2UO_2$, $6H_2O$ en solution aqueuse par des quantités croissantes de solution aqueuse de choline, $C_5H_{15}O_2N$, conduit à deux variétés d'uranates : $U_4O_{13}(C_5H_{14}ON)_2$, orangé et $U_3O_{10}(C_5H_{14}ON)_2$, jaune vif. Ce dernier précipité se dissout dans un excès de choline.

On obtient difficilement les uranates de choline parce qu'ils se carbonatent très rapidement à l'air, que la séparation de l'uranate et de son filtrat entraîne une hydrolyse, que certains s'altèrent très vite à la lumière. Une méthode analogue à celle de Sutton (1) pour les uranates de soude donne de bons résultats pour l'étude de ces uranates sans les isoler.

A l'abri de la lumière solaire, on prépare dans des flacons de verre neutre une trentaine de solutions de teneurs en U^{VI} et ion-choline constantes. On mélange trois solutions aqueuses équimoléculaires : 9 cm³ de solution de nitrate d'uranyle, $(NO_3)_2UO_2$, $6\,H_2O$, p cm³ de solution de choline, $[(CH_3)_3\,N(CH_2—CH_2OH)]\,OH$, $(81 - p)$ cm³ de chlorhydrate de choline.

La force ionique reste également à peu près constante,

$$\frac{1}{2}\sum C_i Z_i^2 = 0,68.$$

On élimine le gaz carbonique par barbotage d'azote au moment du mélange et après chaque manipulation; de cette manière, les précipités obtenus sont exempts de carbonates.

Les flacons bouchés et paraffinés ont été agités pendant plus de 6 h à la température ambiante.

Au bout de six mois seulement, les pH de toutes les solutions sont stables.

Les précipités au moment de leur formation sont jaune serin pâle; ils évoluent assez rapidement vers leur couleur définitive.

Centrifugés pendant le même temps, les culots de centrifugation sont séparés du liquide sans être lavés; ils contiennent encore du filtrat. Ils sont pesés, dissous dans l'acide nitrique et le volume est ajusté à 100 cm³.

Les précipités ne contiennent ni NO_3^-, ni Cl^-, ni eau de constitution. L'aspect des culots varie en fonction des quantités de choline contenues dans la solution. Ces quantités sont exprimées en équivalents de choline par rapport à 1 d'uranium.

Entre 1,5 (pH 4,40) et 2,25 (pH 5,77) équivalents de choline, les précipités sont jaune serin pâle.

Entre 2,25 et 2,67 (pH 10,37), orangé vif.

Entre 2,67 et 9 (pH 13,25), jaune vif.

La limite entre l'orangé vif et le jaune vif est très précise.

Ces aspects restent constants pour toutes les préparations, mais les pH varient avec la dilution. En même temps, on observe un changement dans les solutions non précipitées et les filtrats.

De 0 (pH 2,84) à 1 (pH 4,21) équivalent de choline, leur couleur évolue du jaune vert au jaune vif.

De 2,07 à 2,33, la précipitation est totale et le filtrat est incolore.

De 2,33 à 9, le filtrat est jaune d'or.

Contrairement à la précipitation par l'ammoniaque et les bases alcalines, un excès de choline redissout le précipité, mais non totalement.

L'étude spectrographique montre que les filtrats contiennent des mélanges de composés d'uranium et met en évidence trois types de spectres.

L'uranium a été dosé après réduction sur colonne de Jones en U^{IV}, par oxydation avec le bichromate de K. Des dosages de contrôle ont été effectués par gravimétrie sous forme de U_3O_8. La choline est dosée et par volumétrie [2] à l'aide de la même solution de bichromate de K et par gravimétrie en précipitant par une solution de sel de Reinecke à 0° en milieu acide.

Les poids des culots, leurs teneurs en uranium et ion-choline, exprimée en chlorhydrate, permettent d'établir le rapport x/y du poids de choline au poids d'uranium de l'uranate de choline du culot.

Si l'on porte, en fonction des équivalents de choline des solutions, le pH et la valeur du rapport x/y, on constate que ce dernier reste constant pour dix solutions comprises entre 9 et 2,67 équivalents de choline, où sa valeur moyenne est 0,398; il tombe brusquement à 0,292 pour 2,60. Entre 2,40 et 2,20 équivalents pour quatre solutions, la valeur est à peu près constante : sa moyenne est 0,150. De 2,20 à 2, $x/y = 0$.

Équivalents de choline des solutions	9.	...	2,67.	2,60.	2,50.	2,40.	...	2,20.	2.
pH	13,25	–	10,37	10,34	10,42	10,13	–	6,44	5,30
$\frac{x}{y}$	0,393	0,398	0,395	0,292	0,272	0,211	0,150	0	0

Le premier uranate correspond à $U_3O_{10}(C_5H_{14}ON)_2$ pour lequel $x/y = 0,391$ le second à $U_4O_{13}(C_5H_{14}ON)_2$ pour lequel $x/y = 0,293$; 0,150 correspondrait à un rapport de 8 atomes d'uranium pour 2 mol d'ion-choline.

Si l'on porte en fonction de a, poids de choline du culot, b et h, poids d'uranium et d'eau du culot, on obtient des droites qui changent de pente pour les minima ou maxima de la courbe de pH.

Entre a, b, h, puis A, B, H, poids totaux de choline, d'uranium et d'eau des solutions, on peut établir des relations qui permettent de déduire le rapport x/y en utilisant uniquement les résultats d'analyse des culots :

$$\frac{x}{y} = \frac{aH - Ah}{bH - Bh}.$$

De 9 à 2,67 équivalents de choline, sa valeur reste constante et égale à 0,395. On peut donc conclure que lorsqu'on précipite une solution aqueuse de nitrate d'uranyle par des quantités croissantes de solution aqueuse de choline, il se forme au moins deux uranates : $U_4O_{13}(C_5H_{14}ON)_2$, orangé et $U_3O_{10}(C_5H_{14}ON)_2$, jaune vif.

(1) SUTTON, *J. Inorg. Nucl. Chemistry*, 1, nos 1-2, 1955, p. 68.
(2) C. SOYE, *Comptes rendus*, 245, 1957, p. 427.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les produits de condensation des anhydrides homophtaliques et des aldéhydes aromatiques et hétérocycliques.* Note (*) de MM. **Jean Tirouflet**, et **Yaya Soufi**, présentée par M. Marcel Delépine.

Synthèse d'anhydrides et d'acides alcoylidène-homophtaliques substitués. Certains composés ont pu être isolés sous deux formes isomères géométriques α et β. Cette possibilité est liée à la nature de l'aldéhyde condensé. La transformation $\alpha \rightarrow \beta$ peut être réalisée par photoisomérisation.

(I)

La condensation des aldéhydes aromatiques sur l'homophtalimide [1] et l'anhydride homophtalique [2] conduit facilement aux composés (I)(X=H A=O ou NR, R = C_6H_5). Nous avons étudié l'influence des paramètres X et R, introduits dans les composés de départ, sur la facilité et l'orientation de la réaction.

Les dérivés homophtaliques substitués de départ sont préparés par la méthode de Horeau et Jacques [3]. Parmi les composés non encore connus de cette série nous avons tout d'abord isolé : hydroxy-5 homophtalimide ($C_9H_7O_3N$) F 302°; méthoxy-5 homophtalimide ($C_{10}H_9O_3N$) F 230°; méthoxy-5 N-méthyl-homophtalimide ($C_{11}H_{11}O_3N$) F 154°; méthoxy-5 N-éthyl-homophtalimide ($C_{12}H_{13}O_3N$) F 141°; acide éthoxy-5 homophtalique ($C_{11}H_{12}O_5$) F 184°; anhydride éthoxy-5 homophtalique ($C_{11}H_{10}O_4$) F 122°.

Les produits de condensation (I) sont susceptibles d'exister sous deux formes stéréochimiques. Pour A = NH ou NR nous n'avons pu isoler, jusqu'à ce jour, qu'un seul isomère stéréochimique, mais aucune étude systématique n'a été entreprise.

Anhydrides alcoylidènes homophtaliques. — Par contre la condensation des anhydrides homophtaliques avec certains aldéhydes hétérocycliques conduit à deux isomères stéréochimiques. La condensation peut s'effectuer : *a.* soit en milieu toluénique en présence de pipéridine; *b.* soit en milieu acétique en présence d'anhydride acétique. Les produits obtenus en milieu toluénique sont en général difficiles à purifier et l'on n'isole qu'un isomère. En milieu acétique, par contre, on obtient, dans les cas favorables, deux isomères facilement purifiables α et β. La forme α est isolée soit en milieu toluénique, soit en milieu acétique. La forme β n'a pu être obtenue qu'en opérant en milieu acétique.

L'anhydride furfurylidène-homophtalique a déjà été signalé par Buu-Hoï (2) mais le produit isolé par cet auteur (F 126°) correspond vraisemblablement à un mélange des deux formes α et β. Nous indiquons ci-après les caractéristiques des différents anhydrides isolés (points de fusion instantanés). Le liquide obtenu par fusion des dérivés β se solidifie rapidement en donnant l'isomère α. Plusieurs de ces composés sont thermochromes.

Aldéhyde condensé.	Anhydrides obtenus : (I) (X=H, OCH_3 ou OC_2H_5, A=O ; R variable).	Caractéristiques du produit.
Produits de condensation sur l'anhydride homophtalique.		
o-ClC_6H_4CHO	$C_{16}H_9O_3Cl$	F 178°, jaune
Furfural	$C_{14}H_8O_4$	α, F 210°, orangé β, F 159°, jaune
Thénaldéhyde	$C_{14}H_8O_3S$	α, F 239°, orangé β, F 161°, orangé
Pyrrolaldéhyde	$C_{14}H_9O_3N$	F 238°, orangé
Nitro-4 thiophènealdéhyde-2	$C_{14}H_7O_5NS$	F 256°, jaune orangé
Nitro-5 thiophènealdéhyde-2	$C_{14}H_7O_5NS$	F 254°, orangé
Nitro-4 formyl-2 pyrrol	$C_{14}H_8O_5NS$	F 320°, jaune
Nitro-5 formyl-2 pyrrol	$C_{14}H_8O_5NS$	F 256°, rouge orangé
β-naphtaldéhyde	$C_{20}H_{12}O_3$	F 210-216°, jaune
Condensation sur l'anhydride méthoxy-5 homophtalique.		
Thénaldéhyde	$C_{15}H_{10}O_4S$	F 223°, jaune
Pyrrolaldéhyde	$C_{15}H_{11}O_4N$	F 220°, jaune
Condensation sur l'anhydride éthoxy-5 homophtalique.		
Thénaldéhyde	$C_{16}H_{12}O_4S$	F 200°, jaune orangé
Pyrrolaldéhyde	$C_{16}H_{13}O_4N$	F 220°, jaune

Photoisomérisation des anhydrides furfurylidène et thénylidène homophtaliques. — Les deux isomères stéréochimiques prévus par la théorie n'ont pu être obtenus que dans la condensation du furfural et du thénaldéhyde sur l'anhydride homophtalique lui-même. Tous nos efforts pour isoler d'autres couples d'isomères ont échoué. Pour rendre compte de ce résultat nous proposons l'interprétation suivante : l'isomère le plus stable doit correspondre à la configuration (I) (R voisin de CO) mais la stabilité de cette forme est diminuée si l'aldéhyde condensé porte un hétéroatome tel que O ou S (répulsion sous l'influence du CO).

D'autre part nous avons pu réaliser les transformations suivantes :

$$\text{Forme } \beta \underset{\text{Lumière}}{\overset{\text{Chaleur}}{\rightleftarrows}} \text{Forme } \alpha$$

En particulier la photoisomérisation de la forme α est la seule méthode pratique pour obtenir le composé F 159° dérivé du furfural. Dans ce cas

la transformation se fait au mieux en solution dans le dioxanne en présence de la lumière solaire. Par contre dans le cas du dérivé du thénaldéhyde la transformation photochimique F 239° → F 161° donne des résultats médiocres.

Acides alcoylidène-homophtaliques. — Nous avons également tenté d'isoler des couples d'isomères stéréochimiques dans le cas des diacides dérivés des anhydrides précédents. L'anhydride α (F 210°) dérivé du furfural donne l'acide furylidène-homophtalique (forme α) $C_{14}H_{10}O_5$ $F_{déc}$ 226°; l'anhydride β (F 159°) conduit à l'acide furylidène homophtalique (forme β) $F_{déc}$ 234°. Nous avons préparé en outre : l'acide thénylidène-homophtalique (forme α) $C_{14}H_{10}O_4S$ $F_{déc}$ 245° et l'acide *o*-chlorobenzylidène-homophtalique ($C_{16}H_{11}O_4Cl$) $F_{déc}$ 260°.

Les diacides précédents, contrairement aux anhydrides, ne sont pas colorés. Ce résultat avait déjà été signalé pour les dérivés obtenus à partir de l'aldéhyde benzoïque [4]. Les aldéhydes hétérocycliques substitués utilisés au cours de ce travail ont été préparés récemment [5].

Nous indiquerons ultérieurement les propriétés physicochimiques (polarographie, spectres d'absorption, stabilité du cycle) des différents composés obtenus.

(*) Séance du 15 juin 1959.

(1) R. Dabard, *Comptes rendus*, 244, 1957, p. 1651.
(2) Buu-Hoï, *Comptes rendus*, 211, 1940, p. 330.
(3) A. Horeau et J. Jacques, *Bull. Soc. Chim.*, 1948, p. 53.
(4) Buu-Hoï, *Comptes rendus*, 211, 1940, p. 563.
(5) J. Tirouflet et P. Fournari, *Comptes rendus*, 243, 1956, p. 61; 248, 1959, p. 1175.

(*Faculté des Sciences, Dijon.*)

CHIMIE ORGANIQUE. — *Contribution à l'étude des alcoxydes d'antimoine* V. Note (*) de MM. **Alfred Maillard** et **Guy Desgrandchamps**, présentée par M. Marcel Delépine.

L'éthoxyde d'antimoine pentavalent ne semble pas pouvoir être isolé à l'état pur, sa décomposition thermique se produisant avec une extrême facilité.

La préparation du pentaéthoxyantimoine a été essayée par la méthode décrite par Merwein [1] (action de l'éthylate de sodium sur le pentachlorure d'antimoine) et une méthode plus récente dite à l'ammoniac

$$[5C_2H_5OH + SbCl_5 + 5NH_3 \rightarrow Sb(C_2H_5O)_5 + 5NH_4Cl]$$

qui a été appliquée à la préparation de nombreux autres alcoxydes.

La méthode à l'éthylate de sodium a conduit à un produit solide, à fusion pâteuse vers 40°, contenant encore du chlore et un peu d'antimoine III.

Voici les résultats de quelques essais

Essais...	1.	2.	3.	4.	5.
Sb (%)	38,4	34,8	39,2	35,9	32,3
Sb III (%)	2,9	–	5,5	3,4	3,5
Cl (%)	6,4	12	6,8	5,9	7,8

La teneur théorique en Sb, pour $Sb(OC_2H_5)_5$ est de 35,09 %. On n'obtient donc pas, par cette méthode, l'alcoxyde pur.

La méthode à l'ammoniac conduit aussi à un produit solide à fusion pâteuse dont la température de fusion est difficile à déterminer (60-90°).

La réaction semble être moins complète que dans la méthode à l'éthylate, comme le montrent les teneurs élevées en chlore :

Essais...	1.	2.	3.	4.	5.
Sb (%)	33,07	33,2	35,7	36,9	32,6
Cl (%)	–	–	19,5	17,8	24,0
NH_4 (%)	–	–	5,1	4,7	5,4

Les produits bruts ont été soumis à des essais de purification :

a. par cristallisation dans l'alcool, le benzène, l'éther, l'éther de pétrole, les solvants chlorés;

b. par distillation sous vide poussé (10^{-3} mm Hg).

La cristallisation n'a donné aucun résultat.

La distillation, dans le cas du produit à l'ammoniac, conduit à une décomposition en produit plus riche en antimoine (peut-être un mélange d'oxydes) et en produits gazeux condensables parmi lesquels on a identifié l'alcool éthylique et l'acétaldéhyde.

Le produit obtenu à partir de l'éthylate se comporte un peu différemment : sous un vide de 2 mm on observe une décomposition brutale à 160°.

Sous un vide de 1 mm, il a été observé, en faible quantité, un distillat liquide, incolore, entre 140 et 150° pour lequel l'analyse a donné les valeurs suivantes : Sb, 39,9 %; Sb_{III}, 30,5 %; Cl, 2 %.

Sous un vide de 0,5 mm, on a obtenu un distillat solide, en faible quantité, mouillé par un liquide qui n'a pas pu en être séparé.

L'analyse a donné les valeurs suivantes : Sb, 40,3; Sb_{III}, 16,2; Cl, 7,4.

Au cours de tous ces essais de distillation, il a été mis en évidence une libération d'aldéhyde acétique.

Cependant, la formation de pentaéthoxyantimoine est certaine, elle est démontrée par des essais de titrage :

Le titrage d'une solution d'éthylate de sodium dans l'alcool absolu par une solution alcoolique de $SbCl_5$ donne avec la thymolphtaléine (P_T 10) un virage correspondant à la formation d'alcoxosel :

$$6C_2H_5ONa + SbCl_5 \rightarrow [Sb(C_2H_5O)_6]Na + 5ClNa.$$

On a ensuite un virage du rouge de méthyle (P_T 4,8-5,8) correspondant à la formation de l'alcoxyde lui-même :

$$5[Sb(C_2H_5O)_6]Na + SbCl_5 \rightarrow 6Sb(OC_2H_5)_5 + 5NaCl.$$

La conclusion à tirer de ces essais est la suivante :

En ce qui concerne la préparation, il n'y a pas accord entre les résultats de ces essais et ceux de l'auteur cité.

L'éthoxyde prend naissance, mais il est accompagné de produits de décomposition, et avec la technique à notre disposition, il n'a pas été possible de l'obtenir à l'état pur, car à la distillation, même sous vide poussé, nos alcoxydes se décomposent, et d'après les produits formés identifiés, il est probable qu'on ait les réactions

$$Sb(OC_2H_5)_5 \rightarrow Sb(OC_2H_5)_3 + C_2H_5OH + CH_3CHO$$

et

$$2Sb(OC_2H_5)_5 \rightarrow 2Sb(C_2H_5O)_3 + CH_3CHO + CH_3CH(OC_2H_5)_2 + H_2O.$$

L'eau ainsi libérée, conduira à l'hydrolyse de l'alcoxyde.

La décomposition a lieu vers 160-165° et est brutale.

Les essais de préparation du pentaméthoxyantimoine n'ont rien donné; ceux relatifs aux penta *n*-propyloxy- et isopropyloxyantimoine ont conduit à des résultats analogues à ceux du pentaéthoxyantimoine.

(*) Séance du 15 juin 1959.

(1) H. MEERWEIN et TH. BERSIN, *Ann. Chem.*, 476, 1929, p. 113; H. MEERWEIN et E. GESCHKE, *J. prakt. Chem.*, 147, 1936, p. 203-210.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Contribution à l'étude de la pyrolyse d'alcoxydes. Cas de l'orthotitanate de cyclohexyle.* Note (*) de M. **Antonin Deluzarche**, Mme **Mathilde Brini**, MM. **Gérard Lévy** et **François Damm**, présentée par M. Marcel Delépine.

La pyrolyse de l'orthotitanate de cyclohexyle s'amorce vers 245°. La formation à côté de cyclohexanol et de cyclohexène d'un peu de cyclohexane et de cyclohexanone s'explique d'une façon satisfaisante, si l'on considère globalement les résultats, par une réaction de dismutation entre les radicaux libres formés. Cependant, le phénomène suivi en fonction du temps apparaît comme étant plus complexe.

La pyrolyse des alcoxydes a été assez peu étudiée jusqu'ici ([1]). La nature des radicaux libres formés et du métal ou métalloïde de l'alcoxyde conditionneront la stabilité thermique et l'évolution ultérieure des radicaux.

Dans ce travail nous nous sommes adressés à l'orthotitanate de cyclohexyle $Ti(OC_6H_{11})_4$ pour lequel les phénomènes semblaient être assez simples.

La réaction de décomposition a l'allure représentée par la courbe ci-dessous. Elle s'amorce vers 245° et une longue période d'induction la caractérise.

Les radicaux formés sont en principe les suivants :

⬡— ⬡—O

Leur évolution peut s'effectuer par duplication ou dismutation. La formation de cyclohexène (49-50 %) et de cyclohexanol (48-49 %) montre que la réaction prépondérante est la réaction de dismutation entre ces radicaux libres.

La présence d'une faible quantité (inférieure à 1 % pour chacun) de cyclohexane et de cyclohexanone peut s'expliquer par les réactions suivantes :

2 ⬡— → cyclohexane + cyclohexène

2 ⬡—O → cyclohexanol + cyclohexanone

⬡—O + ⬡— → cyclohexanone + cyclohexane

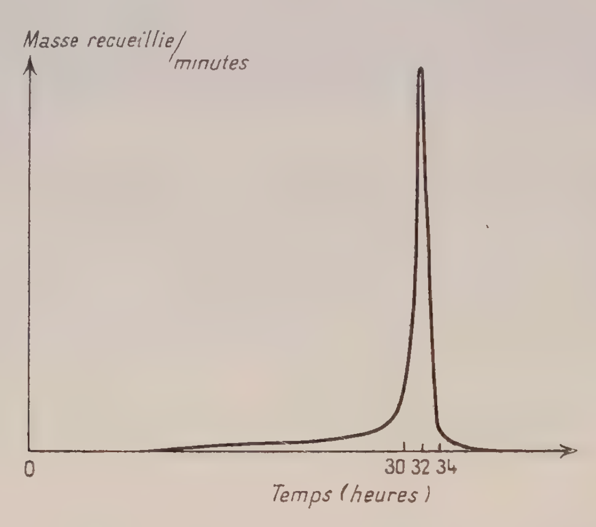
Le phénomène, satisfaisant du point de vue global, ne l'est plus cependant si l'on suit la réaction en fonction du temps. Le rapport cyclohexène/cyclohexanol, qui est de 1 globalement, n'est que de 0,25 au début de la réaction pour atteindre 3 à la fin.

Cette dernière valeur peut cependant s'expliquer par une déshydratation du cyclohexanol. Il apparaît effectivement de l'eau en fin de réaction, mais

en quantité bien inférieure à celle du cyclohexène formé. La formation d'eau peut d'ailleurs contribuer à la formation de cyclohexanol par hydrolyse de l'orthotitanate de cyclohexyle.

La présence de moins de cyclohexène que de cyclohexanol au début de la réaction n'a pas trouvé jusqu'ici d'explication satisfaisante.

La formation de moins de 2 % résidu organique pourrait s'expliquer par des réactions de duplication des radicaux libres formés, mais les réac-



tions ne sont pas simples. L'étude infrarouge montre en particulier la présence de doubles liaisons et de radicaux CH_3. La décomposition a été effectuée au bain métallique, la température est définie à un degré près, un système automatique permet de séparer les différentes fractions. Les gaz qui pourraient éventuellement se dégager sont recueillis dans une burette à gaz, la pression étant maintenue constante.

Aucun dégagement gazeux n'a d'ailleurs été observé.

Les analyses ont été effectuées par les méthodes classiques : Indice d'iode, Karl Fischer, par chromatographie en phase vapeur et spectrographie infrarouge.

(*) Séance du 15 juin 1959.

(1) MEERWEIN et GESCHKE, *J. prakt. Chem.*, 147, 1936, p. 203-210; *C. A.*, 1937, p. 654[8]; DOLZOV et VOL'NOV, *J. gen. Chem.* (*U. R. S. S.*), 1, 1931, p. 330-339; DELUZARCHE, *Thèse*, Strasbourg, 1954.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur une méthylation sélective de la génistéine en position* 5. Note (*) de Mme **Suzanne Heitz** et M. **Charles Mentzer**, présentée par M. Marcel Delépine.

L'action de l'iodure de méthyle sur la triacétyl-4'.5.7 génistéine, dans l'acétone en présence de carbonate de potassium, permet de préparer un composé qui, après saponification, aboutit à la méthyl-5 génistéine.

Les dérivés flavoniques méthoxylés sélectivement en position 5 sont des composés très peu répandus. Un flavonol, l'azaléatine ([1]) et une flavanone, l'alpinétine ([2]) sont actuellement les seuls représentants naturels de ce groupe. Aucune isoflavone de ce type n'a été jusqu'ici isolée des végétaux. La synthèse directe de tels dérivés *in vitro* n'a pas non plus été réalisée en raison des propriétés particulières du groupement OH en 5, qui donne lieu à un pont d'hydrogène avec le carbonyle situé en 4, comme le montre la structure de la génistéine (I). En effet, cette substance (I), traitée par une molécule d'un agent de méthylation se transforme en un mélange des esters 7 et 4' méthylés correspondants, sans doute parce que les forces de liaison entre l'oxygène et l'hydrogène sont équivalentes pour ces deux positions.

H O O 5 4 3 2' 3' 1' 4' —OH 6 7 8 1 2 HO O

(I)

CH_3COO O —OCOCH$_3$ CH_3COO O

(II)

⊖|O| O —OCOCH$_3$ CH_3COO O

(III)

L'action de deux molécules de sulfate de méthyle permet d'obtenir la 4'.7-diméthyl-génistéine. Quant au dérivé triméthylé en 4', 5, 7, on l'obtient uniquement en présence d'un grand excès de l'agent de méthylation. Récemment Jurd ([3]) a montré que l'action de l'iodure de méthyle sur la pentaacétyl-quercétine permet de fixer sélectivement un groupement CH_3 en position 7 de ce flavonol. Ayant eu besoin de quantités

importantes de prunétine (méthyl-7 génistéine), nous avons espéré que la généralisation de ce procédé nous permettrait peut-être d'accéder à cette isoflavone en partant de la triacétyl-génistéine. Une telle méthode semblait *a priori* d'autant plus prometteuse que la méthylation directe de la génistéine libre n'aboutit qu'à de faibles rendements (10 % environ) en prunétine.

1 g de triacétyl-génistéine (II) a donc été traité par 20 cm^3 de ICH_3 dans 70 cm^3 d'acétone et en présence de CO_3K_2, au reflux pendant 22 h. Après séparation du CO_3K_2 par filtration, et évaporation de l'acétone, le composé formé est séparé puis purifié par cristallisation dans le benzène puis dans l'alcool à 80°. F 173°. L'analyse de ce composé correspond effectivement à celle d'une monométhyldiacétyl-génistéine de formule $C_{20}H_{16}O_7$ (calculé %, C 65,21; H 4,38; trouvé %, C 65,16; H 4,22) mais dont les propriétés diffèrent à la fois de celles de la diacétyl-prunétine et de la diacétyl-biochanine (isomère méthoxylé en 4'). La désacétylation du nouveau dérivé a été réalisée par action d'un léger excès de potasse alcoolique à 2 %, pendant 30 mn au bain-marie bouillant. Après neutralisation, élimination de l'alcool et recristallisation, l'isoflavone obtenue fond à 300-305° ($C_{16}H_{12}O_5$, calculé %, C 67,6; H 4,26; trouvé %, C 67,62; H 4,41).

Comme le démontrent ces analyses, ce corps semble donc bien être une monométhyl-génistéine, mais ses propriétés sont également différentes de celles de ses deux isomères connus, comme le montre le tableau suivant :

Nature du composé.	F (°C).	Formule brute.
Diacétyl-5.7 méthyl-4' génistéine........	188-189	$C_{20}H_{16}O_7$
Méthyl-4' génistéine (biochanine A)......	215-216	$C_{16}H_{12}O_5$
Diacétyl-4'.5 méthyl-7 génistéine........	226-227	$C_{20}H_{16}O_7$
Méthyl-7 génistéine (prunétine).........	239-240	$C_{16}H_{12}O_5$

Le nouveau produit de formule $C_{16}H_{12}O_5$ doit donc être méthylé, soit sur un carbone nucléaire, soit en position 5. L'expérience a prouvé que c'est effectivement la méthyl-5 génistéine, identique à celle que King et Jurd [4] ont préparée par une autre méthode, que nous avons obtenue. En effet, ce composé a pu être transformé sous l'effet d'un grand excès de sulfate de méthyle en une triméthyl-4'.5.7 génistéine dont les propriétés avaient été décrites antérieurement [5]. Le point de fusion 164-165° correspond effectivement à celui de ce dérivé triméthylé, et ce point de fusion ne subit pas d'abaissement par mélange avec un échantillon de référence de structure connue.

Nous avons donc là une possibilité de méthylation sélective qui n'avait encore jamais été signalée. Elle s'explique probablement par la vitesse de saponification du groupement « acétoxy » en 5 qui doit être plus

grande dans le cas des isoflavones que dans celui des flavonols. La forme ionique (III) qui apparaît transitoirement doit être capable de fixer un CH_3 avant l'apparition de la liaison hydrogène. La généralisation d'un tel mode de méthylation sélective à d'autres groupes de composés naturels est actuellement à l'étude ([6]).

(*) Séance du 15 juin 1959.

([1]) E. WADA, *J. Amer. Chem. Soc.*, 78, 1956, p. 4725.

([2]) Y. KIMURA, *J. Pharm. Soc. Japon*, 60, 1940, p. 151-155.

([3]) L. JURD, *J. Amer. Chem. Soc.*, 80, 1958, p. 5531-5536.

([4]) F. E. KING et L. JURD, *J. Chem. Soc.*, 1952, p. 3211-3215.

([5]) H. FINNEMORE, *Pharm. J.*, 31, 1910, p. 604-607.

([6]) Cette étude fait l'objet de la thèse de l'un de nous (Mme S. Heitz, travail actuellement en cours).

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'intensité d'absorption infrarouge des nitriles éthyléniques.* Note (*) de M. **René Heilmann**, Mme **Jane-Marie Bonnier** et M. **Paul Arnaud**, présentée par M. Marcel Delépine.

Mesure de l'intensité relative des vibrations de valence des groupes C≡N et C=C, d'une série de nitriles éthyléniques substitués; l'augmentation du nombre de radicaux alcoyles donne lieu, dans les deux cas, à un effet hyperchrome.

Cherchant à préciser l'influence de la structure sur les intensités des bandes d'absorption infrarouge, ν(C≡N) et ν(C=C), des nitriles éthyléniques, nous avons déterminé, pour une série de ces composés diversement substitués, l'intensité relative des bandes en question par rapport à une structure de référence, celle de l'acrylonitrile [1].

Nous avons calculé la transmission en faisant le rapport de la transmission apparente de la bande, pour la longueur d'onde du maximum d'absorption, à la transmission prise sur la « ligne de base » pour la même longueur d'onde.

L'absorption relative est ensuite définie, pour chaque cas, comme le rapport de la densité optique correspondante à celle de l'acrylonitrile, déterminée de la même façon.

Les mesures ont été faites en utilisant un spectrographe « Perkin-Elmer modèle 21 ». L'optique utilisée était en chlorure de sodium. La cuve avait une épaisseur de 0,5 mm. Les nitriles étaient en solution dans le tétrachlorure de carbone R. P. La concentration pour chaque composé était maintenue constante à 0,5 mole/l, de sorte que les densités optiques obtenues étaient, dans chacun des cas, comparables.

Les mesures ont été faites en utilisant une cellule à épaisseur variable, remplie de solvant, placée dans le faisceau de référence, réglée avec beaucoup de précision (la reproductibilité du réglage est de $\pm 2\mu$) de façon à compenser exactement l'absorption du solvant contenu dans la cuve de mesure. La compensation des deux cuves étant ainsi établie, le spectre du nitrile en solution est tracé de la manière habituelle, la cellule variable restant placée dans le faisceau de référence.

L'essai est répété deux fois pour chaque composé et la moyenne des deux mesures calculée.

En attribuant à l'intensité de la bande ν(C=N) de l'acrylonitrile la valeur 1, les résultats pour les différentes structures envisagées sont mentionnés dans le tableau I.

Procédant de même pour comparer l'intensité des bandes ν(C=C), nous avons attribué encore arbitrairement à la bande ν(C=C) de l'acrylonitrile la valeur 1; les intensités relatives aux différentes structures sont indiquées dans le tableau II.

Afin d'évaluer l'ordre de grandeur de l'intensité de la bande ν(C≡N), nous avons mesuré l'intensité vraie intégrée pour le nitrile de référence et avons trouvé $E_{max} = 1,5 . 10^{-4}$, valeur qui est en accord avec celle que donnent Skinner et Thompson ([2]).

TABLEAU I.

Nitriles α.β-éthyléniques	non substitués :	CH_2=CH—CN...	1
	monosubstitués en α ou en β	CH=CH—CN... ; CH_2=C—CN....	1,35 ± 0,15
	disubstitués en α-β ou en β-β	CH=C—CN....	1,74 ± 0,15 (forme cis)
		—C=CH—CN...	1,98 ± 0,15 (forme trans)
	trisubstitués en α-β-β :	—C=C—CN....	2,3 ± 0,15
Nitriles β.γ-éthyléniques	disubstitués.....		0,55 ± 0,2

TABLEAU II.

Nitriles α.β-éthyléniques	non substitués.....		1
	monosubstitués.....		1,5 ± 0,2
	disubstitués	forme cis.....	0,4 ± 0,2
		forme trans.....	2,14 ± 0,2
	trisubstitués.....		3,5 (± 0,2)

L'ensemble des résultats montre que la substitution sur la double liaison de radicaux alcoyles produit sur l'intensité des bandes ν(C≡N) et ν(C=C) (à l'exception de la structure —CH=C— de forme cis) un effet hyperchrome, effet qui est identique à celui que nous avons observé en ultraviolet ([3]).

(*) Séance du 15 juin 1959.
(1) J. M. BONNIER, *Thèse*, Grenoble, 1958.
(2) SKINNER et THOMPSON, *J. Chem. Soc.*, 1955, p. 487.
(3) R. HEILMANN, J. M. BONNIER et G. DE GAUDEMARIS, *Comptes rendus*, 244, 1957, p. 1787.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Synthèse de carbinols acétyléniques dérivés de la pyridine par éthynylation dans l'ammoniac liquide des cétones pyridiques.* Note de MM. **Jean-Albert Gautier**, **Marcel Miocque** et **Claude Lafontaine**, présentée par M. Marcel Delépine.

Les auteurs ont soumis à l'éthynylation dans l'ammoniac liquide, des pyridylcétones de types divers : les cétones juxtanucléaires $(C_5H_4N)—CO—R$, et les cétones en position éloignée $(C_5H_4N)—(CH_2)_4—CO—R$ sont transformées en carbinols acétyléniques vrais. Les « phénacylpyridines » : $(C_5H_4N)—CH_2—CO—C_6H_5$ sont indifférentes à l'action de l'acétylure, du fait de leur énolisation.

Depuis la vulgarisation des procédés de synthèse des alcools acétyléniques, l'association au sein d'une même molécule d'un hydroxyle alcoolique et d'une fonction acétylénique s'est montrée fréquemment intéressante; bon nombre de carbinols acétyléniques ont été préparés dans des séries diverses, dont quelques-uns ont révélé récemment certaines propriétés thérapeutiques. Entre autres procédés d'obtention, l'éthynylation des cétones par les acétylures alcalins dans l'ammoniac liquide paraît constituer un mode d'accès avantageux à cette classe de corps. Toutefois, on remarque que les carbinols acétyléniques sont fort peu représentés dans la série de la pyridine, sans doute du fait de la relative difficulté d'accès aux cétones pyridiques génératrices. Hormis un travail de Papa et coll. [1] qui ont soumis à l'éthynylation les trois benzoylpyridines 1, 2 et 3, suivant la réaction (I) :

$$(\pi)\,C_5H_4N—CO—C_6H_5 + HC{\equiv}CH \longrightarrow (\pi)\,C_5H_4N—C(C_6H_5)(OH)—C{\equiv}CH$$

(I)

aucune mention de carbinols de ce type, à noyau pyridique, ne se rencontre, à notre connaissance, dans la bibliographie.

C'est pourquoi nous avons entrepris dans ce domaine une étude systématique mettant en jeu trois types de cétones :

a. des cétones juxtanucléaires : $(C_5H_4N)—CO—R$, avec $R=C_6H_5$ (benzoylpyridines 1, 2 et 3 obtenues selon une réaction de Friedel et Crafts à partir des acides pyridine-carboxyliques) et $R=C_2H_5$ (propionyl-2 pyridine obtenue par condensation du pyridyl-2 lithium avec le propionitrile);

b. des cétones « picoliques » : $(C_5H_4N)—CH_2—CO—C_6H_5$, c'est-à-dire les phénacylpyridines 1, 2 et 3;

c. des cétones en position éloignée du noyau pyridique :

$$(C_5H_4N)—(CH_2)_4—CO—CH_3,$$

isomères 2 et 4, obtenues par hydratation mercurique des pyridylhexynes correspondants préparés par l'un de nous ([2]).

Toutes ces cétones ont été opposées dans NH_3 liquide à l'acétylure de sodium ou de lithium selon la réaction (I).

Celles du type *a* ont conduit avec des rendements convenables aux carbinols attendus :

$$(C_5H_4N)—C(R)(OH)—C{\equiv}CH$$

et nous avons isolé les trois carbinols ($R{=}C_6H_5$) déjà préparés par Papa ([1]) ainsi que le (pyridyl-2)-3 pentyn-1 ol-3, $C_{10}H_{11}ON$, ($R{=}C_2H_5$), crist., F 47° (Rdt 70 %).

Celles du type *c*, dont le caractère de cétones aliphatiques est évident, sont l'objet d'une transformation analogue et conduisent régulièrement aux alcools :

$$(C_5H_4N)—(CH_2)_4—C(CH_3)(OH)—C{\equiv}CH$$

— (pyridyl-2)-7 méthyl-3 heptyn-1 ol-3, $C_{13}H_{17}ON$, huile $É_{0,6}$ 145-157° (Rdt 61 %);

— (pyridyl-4)-7 méthyl-3 heptyn-1 ol-3, $C_{13}H_{17}ON$, crist., F 89° (Rdt 71 %).

En revanche, les phénacylpyridines de type *b* ne réagissent pas avec les acétylures et sont récupérées inchangées à l'issue du traitement éthynylant.

La cause de cette singularité nous paraît résider dans leur énolisation; leur existence sous forme énolique $(C_5H_4N)—CH{=}C(OH)—C_6H_5$ nous paraît démontrée par le fait qu'elles fixent l'atome d'argent de $AgNO_3$ en milieu pyridique en libérant un proton décelable aux indicateurs colorés :

$$R—CH{=}C(OH)—R' + Ag^+ \rightarrow R—CH{=}C(OAg)—R' + H^+$$

réaction observée aussi avec l'acétylacétone, mais non pas avec les cétones non énolisables.

Notons d'ailleurs que l'acétylacétone n'est pas elle-même susceptible d'éthynylation ([3]), à l'inverse de ce qu'on observe avec les di-cétones-α non énolisables (diacétyle).

Enfin, au moins dans le cas de la phénacyl-2 pyridine, l'énolisation est objectivée par la formation de chélates colorés avec les sels de métaux lourds (Cu^{++}, Fe^{+++}).

Les pyridylcarbinols acétyléniques correspondant aux séries *a* et *c* présentent généralement le caractère « acétylénique vrai » et sont justiciables de maintes transformations intéressantes; l'ensemble des observations faites à cette occasion sera détaillé dans un autre recueil.

([1]) D. Papa, F. J. Villani et H. Ginsberg, *J. Amer. Chem. Soc.*, 76, 1954, p. 4446.
([2]) M. Miocque, *Thèse Doctorat ès sciences*, Paris, 1959.
([3]) R. B. Davis et P. Hurd, *J. Amer. Chem. Soc.*, 77, 1955, p. 3284.

(*Laboratoire de Chimie organique Faculté de Pharmacie, Paris.*)

MINÉRALOGIE. — *Note sur les argiles oligocènes du bassin du Puy-en-Velay (Haute-Loire).* Note de M. **Victor Gabis**, présentée par M. Jean Wyart.

Trois types d'argiles s'observent dans les dépôts lacustres oligocènes du bassin du Puy : montmorillonite, illite et kaolinite. Sur les bords du bassin, ces trois argiles sont associées; à mi-chemin du bord et du centre, on ne rencontre plus que l'illite et la kaolinite; au centre seule l'illite existe. Ces argiles ont une distribution qui peut s'expliquer par un simple triage mécanique.

Les sédiments du bassin du Puy sont d'âge oligocène. Ils sont nés en milieu lacustre, sous un climat chaud et humide, et se sont déposés sur le granite, qui forme le soubassement de tout le Velay. Ils ont été ensuite recouverts par les coulées basaltiques ou phonolitiques pliocènes.

Sur les bords du bassin, les dépôts sont constitués d'une alternance de niveaux sableux et d'argiles sableuses. Dans la fraction fine de ces sédiments (particules inférieures à 40 μ), on trouve de la montmorillonite calcique, de l'illite et de la kaolinite, associées à du quartz et des traces de feldspaths. Les teneurs moyennes de ces différents minéraux sont les suivantes : montmorillonite et illite, 50 à 55 %; kaolinite, 25 à 30 %; quartz, 15 à 25 %. La teneur en quartz et celle en kaolinite varient en proportion inverse d'un niveau à l'autre. De même, il semble, mais seule une analyse quantitative permettra de le vérifier, que plus il y a d'illite dans un sédiment et moins il y a de montmorillonite. On peut penser à une transformation de la montmorillonite en illite.

A mesure qu'on se dirige vers le centre du bassin du Puy, on voit se développer considérablement les assises argileuses. Les dépôts sableux disparaissent petit à petit et ne subsistent plus que tout à fait à la base, au contact du granite. L'analyse révèle la présence d'illite et de kaolinite associées à du quartz. La montmorillonite a disparu. Parfois on note de la calcite; elle se présente alors dans la roche sous forme de nodules ou de filonnets. Les teneurs moyennes des différents minéraux sont les suivantes : illite, 60 à 80 %; kaolinite, 10 à 30 %; quartz, jusqu'à 10 %; calcite lorsqu'elle est présente, au plus 10 %. Les teneurs en kaolinite et en quartz vont en s'abaissant, à mesure qu'on s'élève dans la série oligocène. Dans les niveaux sableux de la base, l'illite est en même proportion que la somme illite + montmorillonite des dépôts sableux périphériques. La formule structurale de ces illites est tout à fait voisine de celle des illites-montmorillonites. Elles ne diffèrent que par le potassium plus abondant dans l'illite que dans l'illite-montmorillonite, ce qui est normal. On peut donc penser qu'à ce stade de dépôt, la montmorillonite s'est entièrement transformée en illite.

Au centre du bassin, dans la partie supérieure des dépôts, on ne rencontre plus que de l'illite. Cette illite est remarquablement pure. Ni kaolinite,

ni quartz, ni calcite ne lui sont associés. A certains niveaux, toutefois, l'argile est parcourue par de fins filonnets de calcite très bien cristallisée, mais qui ne se mélangent pas à l'illite. Cette illite a aussi la même formule structurale que les illites des autres parties du bassin du Puy.

Enfin, aux environs immédiats du Puy, correspondant au centre de la cuvette oligocène, on trouve des argiles gypseuses et des calcaires représentant la phase terminale de la sédimentation lacustre du bassin du Puy.

A partir de ces données, il paraît possible d'expliquer la manière dont les différents dépôts se sont formés.

Tout d'abord, le granite du Velay subit une intense altération superficielle. Les feldspaths notamment s'altèrent en montmorillonite, illite et kaolinite. Les arènes ainsi formées sont entraînées par les eaux de ruissellement vers la dépression du Puy où un lac se développe. Les matériaux les plus grossiers se déposent les premiers. Ce sont eux qu'on trouve maintenant à la périphérie du bassin, et en plus faible quantité au fond. Puis, avec le temps, l'érosion s'amenuise progressivement. Les eaux superficielles drainent les précédents dépôts et ne transportent plus que des particules fines (argiles, quartz extrêmement fin). La kaolinite et le quartz se déposent les premiers, en même temps que l'illite. Mais à la fin, il ne reste plus qu'une fine suspension d'illite, qui décante tout doucement au fond du lac. Puis les eaux commencent à s'évaporer. Bientôt, l'eau ne subsiste plus qu'au centre de la cuvette. C'est le moment où les gypses et les calcaires précipitent, avant que ne s'assèche complètement le lac oligocène.

Ainsi, il nous semble que la simple hypothèse d'un triage mécanique suffit à rendre compte de la nature des argiles rencontrées dans les différents affleurements.

Certes, il reste encore à découvrir le mécanisme exact de formation de ces argiles à partir des feldspaths. Mais déjà, on peut retenir que la montmorillonite et l'illite d'une part, et la kaolinite d'autre part, qu'on considérait comme génétiquement distincts, peuvent prendre naissance dans les mêmes conditions.

MINÉRALOGIE. — *Détection, au moyen des rayons infrarouges, des groupements* OH *et* H_2O *dans quelques hydrocarbonates et oxalates.* Note de Mlle **Thérèse Pobeguin**, présentée par M. Jean Wyart.

Les spectres infrarouges de corps hydratés, comme certains carbonates et oxalates, enregistrés dans la région de 3 μ, mettent en évidence la présence de groupements H_2O et OH plus ou moins liés, grâce à des changements de forme et de position des bandes qui les caractérisent.

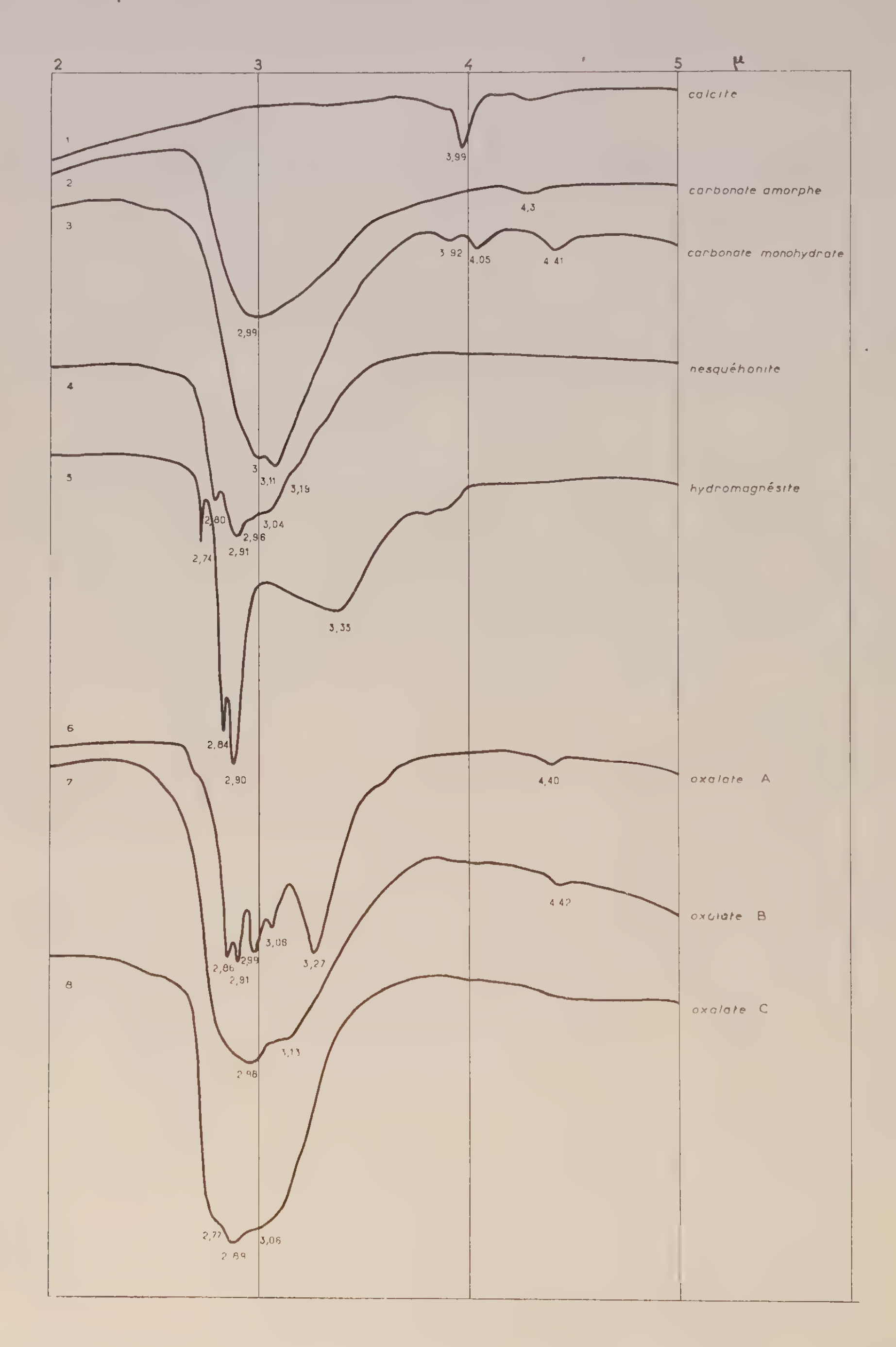
Sur une faible quantité du matériel solide à étudier réduit en poudre très fine, les spectres infrarouges peuvent indiquer rapidement quelle « sorte » d'eau contient un corps, eau libre ou eau plus ou moins liée : eau d'hygroscopicité, eau zéolitique, eau d'imbibition ou d'adsorption, eau de cristallisation, eau de constitution; ils manifestent également la présence de groupements OH, libres ou associés, dans la formule chimique. En effet, l'un des grands ensembles de bandes de l'eau, situé dans la région de 3 μ, change de forme et de position suivant les différentes possibilités de liaison. D'une façon générale, les bandes de la vapeur d'eau et les bandes OH libres sont étroites et pointues alors que les bandes H_2O et OH associés sont larges et arrondies; dans les deux séries H_2O et OH, les maximums se déplacent d'autant plus vers les grandes longueurs d'onde que le groupement lie plus intimement les molécules, et les bandes sont d'autant plus profondes que celui-ci est plus libre et les vibrations plus faciles; lorsque, par suite de modifications dans la molécule, une partie des OH deviennent libres, l'intensité de la bande pointue augmente et l'intensité de la bande associée arrondie diminue d'autant.

La vapeur d'eau atmosphérique a des bandes très étroites et très aiguës situées vers les faibles longueurs d'onde (fondamentales à 2,66 et 2,74 μ). Les composantes de la bande dite de 3 μ peuvent varier en gros de 2,5 à 3,3 μ, c'est-à-dire environ, en fréquences, de 4 000 à 3 000 cm^{-1}; le plus souvent elles sont comprises entre 2,6 et 3,1 μ. Les OH libres se situent vers 2,74 μ (3 650 cm^{-1}) — de toutes façons en deçà de 2,85 μ (3 500 cm^{-1}) — et la liaison OH associée se situe vers 2,95 μ (3 450 cm^{-1}). L'eau H_2O labile apparaît en deçà de 2,8 μ (3 580 cm^{-1}), l'eau moyennement liée de 2,7 à 3 μ (3 700 à 3 333 cm^{-1}); au-delà de 3 μ, l'eau (de cristallisation ou de constitution) est de plus en plus liée.

Voici quelques exemples concrets choisis parmi les carbonates hydratés de calcium de magnésium et les oxalates de calcium.

L'étude [1] en a été faite à l'aide d'un spectrographe Perkin-Elmer à double faisceau et à prisme en fluorure de calcium; des détails complémentaires peuvent être donnés par un appareil à prisme en fluorure de lithium.

Tout d'abord, la courbe 1, à titre de comparaison, est celle d'un carbonate anhydre, la calcite : le spectre ne présente aucune bande dans la région de 3 μ.



La courbe 2 est celle du carbonate de calcium amorphe (gel calcaire) : la bande très arrondie de 2,99 μ correspond à une eau d'adsorption ou d'imbibition assez liée.

La courbe 3 est celle du carbonate de calcium monohydraté. Il y a deux bandes d'eau de cristallisation, à 3,01 et 3,11 μ, indiquant la présence d'eau moyennement liée.

La courbe 4, nesquéhonite, nous montre que dans ce corps il doit y avoir des OH (bandes pointues de 2,80 et 2,91 μ) joints à de l'eau de cristallisation moyennement liée (2,96 et 3,04 μ) et peut-être à une certaine proportion d'eau très fortement liée (bande de 3,19 μ).

La courbe 5, hydromagnésite, manifeste surtout la présence du groupement OH : bandes pointues de 2,84 et 2,90 μ; la bande fine et aiguë de 2,74 μ correspond vraisemblablement à de la vapeur d'eau; quant au groupement H_2O, il serait responsable de la bande large et arrondie culminant à 3,35 μ et sa position montre qu'il s'agirait alors d'eau extrêmement liée.

Les spectres suivants, concernant les oxalates de calcium, nous précisent que dans ces hydrates l'eau est répartie en deux groupes, l'un plus fortement lié que l'autre.

Courbe 6 : oxalate A ou monohydrate ou whewellite, monoclinique. Les bandes de 2,86 et 2,91 μ indiquent de l'eau moyennement liée [2] alors que les bandes de 2,99 et 3,06 μ correspondent à de l'eau plus fortement liée.

Courbe 7 : oxalate B obtenu par évaporation de solutions de monohydrate dans l'acide chlorhydrique, quadratique. La bande de 2,98 μ indique de l'eau moyennement liée, la bande de 3,13 μ, de l'eau extrêmement liée.

Courbe 8 : oxalate C ou weddellite, obtenu par voie aqueuse, également quadratique, très proche du précédent au point de vue structure; mais l'eau est beaucoup moins fortement liée : bande de 2,89 μ, eau presque labile; bande de 3,06 μ, eau plus liée; de plus, le spectre présente une bosse vers 2,77 μ qui indique la présence d'une faible quantité d'eau zéolitique, très labile.

Sur ces quelques exemples nous pouvons voir l'intérêt que présente l'examen des spectres infrarouges dans la région de 3 μ en ce qui concerne les hydrates et les corps contenant des groupements OH; ils nous donnent non seulement des renseignements sur les degrés de liaison de l'eau mais encore sur l'exactitude de la formule; en effet, il semble bien que les carbonates hydratés de magnésium doivent, à ce point de vue, être à revoir; certains spectres présentent manifestement des bandes correspondant à des groupements OH associés alors que la formule chimique ne les fait pas apparaître.

L'étude des corps hydratés d'origine biologique, en particulier des colloïdes, dans cette région de 3 μ, permettrait certainement de révéler des faits intéressants du même ordre.

(1) Effectuée au Laboratoire de Recherches physiques de la Sorbonne.

(2) Sur les spectres enregistrés au moyen d'un prisme en LiF on voit que les sommets de ces deux bandes, plus arrondis, correspondent bien à H_2O et non à des OH; de plus, la bande de l'eau apparaît dans la région de 6 μ.

GÉOLOGIE. — *Sur l'existence d'un complexe des granites intermédiaires et sa position dans l'ensemble des granitisations de l'Ouest africain.* Note de M. **Georges Rocci**, présentée par M. Pierre Pruvost.

Dans l'Ouest africain les granitisations du socle antécambrien ont fait l'objet de nombreuses descriptions régionales. Les quelques études générales qui leur ont été consacrées portent toutes sur les provinces Sud-sahariennes ([1]), ([2]).

Dix années d'études au Sahara ([3]) m'ont permis de constater qu'il existe de grandes analogies entre certains granites de Mauritanie, de l'Adrar des Iforas, de l'Aïr et du Cameroun. Je pense que ces roches font partie d'un même cycle de granitisation.

1. En effet, au-dessus du système Dahomeyen qui possède ses propres granitisations, le Birrimien (Précambrien moyen) est constitué de roches métamorphiques envahies par des granites mis en place pendant les phases majeures des plissements. Ces granites sont fréquemment migmatiques, hétérogènes, riches en enclaves de roches encaissantes et accompagnés de migmatites. Les granodiorites, syntectoniques, sont bien développées, tandis que les granites potassico-sodiques, à tendance aplitique de la fin de l'orogenèse, granites « late-kinematics » de V. Marmo ([4]), sont beaucoup plus localisés.

2. En Mauritanie, des granites sodi-potassiques, homogènes, se sont mis en place en recoupant à la fois les structures régionales et les granites birrimiens. Ils sont postérieurs aux phases orogéniques principales et fréquemment accompagnés d'un cortège de microgranites et de rhyolites. Ils affleurent ici sur plus de 80 000 km². On les retrouve en massifs de dimensions plus modestes dans tout le Sahara méridional et jusqu'au Cameroun. Leur âge antécambrien est attesté par la présence, en Mauritanie, de terrains horizontaux infracambriens ([5]) qui les surmontent en discordance. Ces granites, discordants, sont post-tectoniques. Ils occupent donc un niveau structural élevé dans la croûte terrestre, nettement supérieur à celui de la plupart des granites birrimiens. Leur association avec des massifs de rhyolites et de microgranites et l'absence d'orientation de leurs minéraux en sont des preuves. Ils recoupent très franchement l'encaissant en développant, localement, un métamorphisme de contact banal.

Pétrographiquement, ils sont bien individualisés. Dans l'immense majorité des cas, ce sont des granites potassiques à structure et texture granitiques. Les faciès porphyroïdes sont assez répandus. Le quartz souvent abondant est en amas plus ou moins globuleux. Le microcline, presque toujours perthitique, est le feldspath potassique normal : l'orthose

est très rare. Il s'accompagne de plagioclase plus ou moins acide (albite à andésine) avec lequel il montre des relations de « corrosion » et de « remplacement » nettes et fréquentes. La biotite et l'amphibole ne sont jamais en grande quantité; la muscovite est rare. La fluorine est assez constante.

Chimiquement, ils sont sodi-potassiques allant du type monzonitique à l'alcalin. Les granodiorites sont fort rares; les syénites, exceptionnelles.

3. Les granitisations de l'Ouest africain se manifestent encore par un groupe éruptif, de gisement sub-volcanique, localisé à l'Est du méridien zéro. Ce sont les *granites ultimes* ([6]) ou *younger granites* ([2]). Ces roches (granites, rhyolites, syénites et parfois gabbros) appartiennent au niveau structural superficiel. Elles montrent souvent des structures annulaires très spectaculaires. Les relations avec l'encaissant sont franches, assez souvent faillées, et le métamorphisme de contact est faible ou nul. Les caractères pétrographiques sont bien tranchés : structure et texture granitiques généralement équigranulaires, rarement porphyroïdes. Le feldspath potassique est tantôt de l'orthose, tantôt du microcline perthitique, associé ou non à un plagioclase très acide. La biotite, plus ou moins décolorée, et surtout les amphiboles et pyroxènes sodiques, accompagnés par le zircon, la fluorine et la topaze, constituent les barylites les plus courants. La muscovite primaire est très rare.

Chimiquement, ils appartiennent à une série alcaline dont les termes caractéristiques, hypoalumineux, sont parfois appelés à tort hyperalcalins.

L'âge de ces granites n'est pas encore connu : d'après leur radioactivité, certains seraient postérieurs à l'Antécambrien.

Conclusion. — Je propose d'appeler *complexe des granites intermédiaires* les granites discordants de type *mauritanien* qui recoupent les granites birrimiens (*granites anciens*) et qui sont certainement antérieurs aux *granites ultimes*.

Il s'agit bien d'un complexe puisque, dans la région de Fort-Trinquet ([3]), j'ai mis en évidence une quinzaine de faciès correspondant pour la plupart à des mises en place successives. On ne peut, par conséquent, attribuer le même âge à des granites de faciès identique, distants de milliers de kilomètres. En revanche, le complexe granitique pris dans son ensemble occupe une position unique dans le temps.

Les caractères distinctifs des *granites intermédiaires* se résument ainsi : 1° Gisement discordant post-tectonique, en relation toutefois avec la structure générale de la région; 2° cortège développé de microgranites et de rhyolites, pauvreté relative du cortège filonien; 3° pétrographie de granite vrai dont le type moyen est un granite sodi-potassique à microcline.

La profondeur d'érosion des granites intermédiaires varie. Dans la pénéplaine mauritanienne, l'érosion a décapé la plupart des coupoles. Microgranites et rhyolites s'expliquent par une mise en place tardive dans des cassures bien visibles. Dans l'Adrar des Iforas, l'Aïr et le Cameroun,

aux reliefs plus vigoureux, l'érosion plus faible a conservé en partie les coupoles. Les affleurements y sont plus restreints et mieux circonscrits.

Les granitisations successives de l'Antécambrien Ouest-africain correspondent à une séquence normale, comme on en observe dans la plupart des orogenèses. Après les intenses plissements de l'Antécambrien moyen, les mouvements orogéniques ont été plus faibles, localisés et accompagnés d'un métamorphisme régional restreint. En mettant à part le cycle antérieur des granitisations dahomeyennes, les principales granitisations de l'Ouest africain s'ordonnent d'une manière logique. Pendant la phase orogénique majeure de l'Antécambrien moyen, se mettent en place des granites synorogéniques, dits « birrimiens ». La phase de détente qui suit, voit l'installation des granites post-orogéniques « intermédiaires ». Enfin, le long de grandes cassures assez localisées, montent les granites « ultimes » remobilisant une partie du matériel granitique déjà en place. On observe, en effet, tout au moins dans l'Adrar des Iforas, dans l'Aïr et au Cameroun, des massifs de granites intermédiaires à proximité d'affleurements de granites ultimes.

Cette hypothèse peut expliquer la présence au Hoggar des granites des *Taourirts* (7), de gisement analogue aux granites ultimes, mais ne possédant pas de types « hyperalcalins ». Ils représenteraient le début de la phase sub-volcanique, étendue ensuite et développée principalement en direction du Sud.

(1) L. BODIN, *Bull. Dir. Mines A. O. F.*, n° 12, Dakar, 1951.
(2) R. JACOBSON, W. MACLEOD et R. BLACK, *Geol. Soc. London*, Mem. 1, 1958.
(3) *Bull. Dir. Mines A. O. F.*, n° 21, Dakar, 1957.
(4) *Col. Geol. and Miner. Ressources*, 5, n° 4, 1955, p. 429.
(5) R. DARS et J. SOUGY, in 76e *colloque C. N. R. S.*, Paris, 1958, p. 223.
(6) M. RAULAIS, *Comptes rendus*, 223, 1948, p. 96.
(7) M. LELUBRE, *Bull. Serv. Carte Géol. Algérie*, n° 22, 1952.

(*Laboratoire de Géologie de la Faculté des Sciences, Dakar.*)

TAXINOMIE BOTANIQUE. — *Une sous-tribu malgache de Cucurbitacées nouvelle pour la Science.* Note de Mlle **Monique Keraudren**, présentée par M. Henri Humbert.

Les Cucurbitacées, avec les remarquables variations de leur androcée, sont une des familles qui, depuis longtemps, ont le plus attiré l'attention des botanistes. Madagascar, avec sa flore si originale, aux nombreuses plantes endémiques, ne pouvait manquer d'apporter des éléments nouveaux pour résoudre les problèmes que posent l'origine et l'évolution présente de ces végétaux privilégiés. Déjà le Professeur Humbert avait signalé en 1939 la présence à Madagascar de la tribu des *Fevilleæ*, représentée par une sous-tribu nouvelle, les *Xerosicyoinæ*, Cucurbitacées primitives localisées dans le domaine du Sud, domaine qui compte tant de plantes originales, comme la famille endémique des Didiéréacées.

En étudiant le matériel indéterminé de l'herbier du Muséum, nous avons trouvé des échantillons à caractères génériques particuliers et qui entrent dans la tribu des *Fevilleæ.* Ces échantillons ont été, pour la plupart, récoltés par différents botanistes dans le domaine du Sud; font exception un échantillon récolté par Perrier de la Bâthie aux environs de Majunga, et un autre récolté par Saboureau dans le domaine du Centre, à Sendrisoa.

Nous venons donc aujourd'hui, faire connaître des végétaux qui nous paraissent non seulement constituer un genre nouveau mais même permettre de définir une sous-tribu nouvelle. Ils présentent en effet réunis plusieurs caractères très importants qui sont les uns comme les autres très rares dans toute la famille : le fruit déhiscent, l'ovaire uniloculaire, à graines horizontales, un androcée montrant à la fois deux couples de filets soudés par la base et un libre, et des anthères à une seule loge subglobuleuse, droite. Ce dernier caractère leur confère une place parmi les types primitifs de la famille, qui n'ont pas subi une évolution poussée traduite par les torsions, enroulements et adhérences des anthères.

Cogniaux est le dernier monographe qui ait étudié la famille dans son ensemble, et il a donné en 1916 (*Pflanzenreich*, IV, 275-1, p. 1, 3), ses vues sur la subordination des caractères des Cucurbitacées, vues qu'il a synthétisées dans un « système » des tribus qui apporte d'importants changements dans les classifications admises jusqu'alors. Le nombre des étamines, leur soudure, la position de la fente de déhiscence des anthères, la forme des sacs polliniques, l'orientation verticale ou horizontale des ovules et des graines restent naturellement les caractères essentiels de cette famille, mais leur importance relative est modifiée.

Les Févillées qui sont des Cucurbitacées à caractères primitifs puisque leurs anthères ne sont ni soudées en anneau horizontal, ni en colonne, ni réduites à deux ou trois (caractères de l'androcée des Mélothriées et

des Cucurbitacées pour Cogniaux), se subdivisent elles-mêmes en deux groupes comprenant plusieurs sous-tribus :

1. Les Févillées à graines pendantes : *Fevilleinæ*, *Zanoninæ*, *Xerosicyoinæ*, *Gomphogyninæ*.

2. Les Févillées à graines horizontales : *Thladianthinæ* (un seul genre *Thladiantha*, essentiellement asiatique et indonésien).

C'est auprès de ce dernier groupe que viennent se placer les plantes malgaches qui font l'objet de cette Note; cependant des caractères essentiels les en séparent : ainsi l'ovaire a deux placentas seulement et le fruit est déhiscent par une fente transversale, ce dernier caractère étant tout à fait exceptionnel dans la famille.

Dans le premier groupe (à graines pendantes) la sous-tribu des *Gomphogyninæ* présente aussi un ovaire uniloculaire et un fruit déhiscent; elle doit être considérée comme une proche parente des plantes que nous étudions ici; cependant leurs ovules très peu nombreux (2 à 3) et leurs graines à bord denticulé, complètent assez la distinction tirée de l'orientation de l'ovule et de la graine pour justifier la séparation très nette des deux groupes. Nous ajouterons comme autres différences les styles très distincts des *Gomphogyninæ*, ainsi que la forme très différente des graines. Cette sous-tribu ne comprend que des genres asiatiques et indo-malais.

Les végétaux qui font l'objet de cette Note se rapportent à deux espèces, caractérisées l'une par des feuilles à vrai dire hétéromorphes, mais toujours à lobes de largeur appréciable; l'autre, localisée dans les stations encore plus sèches, par des feuilles très finement divisées, à lobes presque filiformes.

Nous proposons donc les nouvelles unités systématiques suivantes :

Calyptrosicyoinæ M. Keraudren subtrib. nov. — Stamina 5, filamentis basi tantum jugis 2 connatis ultimo solitario, antheris unilocularibus loculis rectis. Semina horizontalia. Ovarium uniloculare placentibus 2, spurie parietalibus. Stylus unicus, stigmata distincta. Fructus mediocris transverse dehiscens, septo verticali et septis transversis spuriis divisus; semina modesta ellipsoideo-truncata basi bisulcata.

Calyptrosicyos M. Keraudren gen. nov. — Plantæ scandentes tuberculis munitæ, foliis tenuibus diverse dissectis. Flores monoici, aliis solitariis, masculis sæpissime apice pedunculi breviter spicatis; fœmineis solitariis vel 2-3-nis. Flores masculi campanulati, fauce sepalis 5 acutis et petalis 5 valvatis, laminis latis liberis muniti; staminibus 5 margine cyathi insertis, 4 in jugis 2, filamentis basi unitis, ultimo solitario libero; antheris loculo unico recto, rima laterali in longum dehiscente. Flos fœmineus apice ovarii constrictus, vulgo flore masculo minor, sed longior; sepala petalaque a fauce libera; staminodia 5, inchoata, margine cyathi inserta. Ovarium uniloculare, placentis 2 oppositis, loculo septo uno spurio ad perpendiculum diviso, quoque semine a vicinibus superiore inferioreque etiam septo spurio transverso separato. Fructus apice basique turbinatus, triente

inferiore lato perfecte dehiscente, parte inferiore late turbinato solo persistente, parte apicali conica cucullata longiore, apice perianthii reliquiis ornata, caduca, semina 5-12 emittente. Semina ovoideo-compressa basi subtruncata tegumento tenui, albumine nullo, embryone radicula robusta brevi conica, cotyledonibus carnosis, semi-ovoideis, basi sinuatis.

Calyptrosicyos Grevei M. Keraudren sp. nov. — Scandens, herbacea; foliis petiolatis, lamina ambitu triangulata, cordata vel suborbiculari usque ad palmatiloba vel palmatisecta vel trilobata; floribus femineis solitariis. Fructus 5-10 seminibus. Holotypus P. : Perrier de la Bâthie nº 12 348, Majunga; et dans le Sud jusqu'à Ambovombe.

Calyptrosicyos Perrieri M. Keraudren sp. nov. — Scandens, herbacea; foliis petiolatis, lamina segmentis angustissime dissectis, lobis linearibus, basilaribus angulo recto insertis; floribus fœmineis solitariis vel 2-3-nis. Holotypus P. : Perrier de la Bâthie, nº 19 118, près du lac Tsimanampetsotsa; espèce localisée dans le domaine du Sud.

Une étude anatomique de coupes transversales effectuées dans un entre-nœud met aussi en évidence des caractères assez particuliers. Nous distinguons une série externe de cinq faisceaux libéro-ligneux bicollatéraux et une série interne de trois faisceaux, ces derniers irrégulièrement bicollatéraux. Dans chaque faisceau, les vaisseaux du bois ne comprennent qu'un seul gros vaisseau ponctué. La présence de trois faisceaux seulement dans la série interne et celle de liber interne dans les faisceaux, viennent confirmer la position particulière de ce nouveau genre parmi les Févillées, et même dans l'ensemble de la famille.

Les *Calyptrosicyoinæ* ont donc à la fois des caractères archaïques dans la forme des étamines et dans leur position dans l'androcée des fleurs ♂, mais aussi des caractères évolués dans la réduction de l'ovaire à une seule loge et deux placentas et dans celle du cercle libéro-ligneux interne des entre-nœuds à trois faisceaux.

Nous pouvons donc dire que ce groupe a évolué sur place dans une direction très originale et qu'il constitue un nouvel exemple du caractère si particulier de la flore malgache primitive. Il s'agit sans doute encore là d'un élément qui a commencé à se différencier à une époque très ancienne, peut-être vers la fin du Secondaire. Sa distribution géographique dans le domaine du Sud, à la flore si spéciale et de caractère si archaïque, vient d'ailleurs confirmer l'hypothèse de son ancienneté.

EMBRYOLOGIE VÉGÉTALE. — *Embryogénie des Gentianacées. Développement de l'embryon chez le* Gentiana punctata *L.* Note (*) de M. **Pierre Crété**, présentée par M. René Souèges.

L'étude embryogénique du *Gentiana punctata* confirme l'existence, chez les Gentianacées-Gentianoïdées, de deux groupes au moins qui se différencient par des détails de leur structure aux stades embryonnaires. Une étude plus poussée de l'embryogénie des Gentianoïdées devrait permettre l'obtention de critères applicables à la classification des genres.

Les lois de l'embryogénie chez les Gentianoïdées ont été, pour la première fois, définies chez le *G. asclepiadea* L. [1] : elles sont absolument différentes de celles que R. Souèges [2] a établies pour les Ményanthoïdées qui, avec les Gentianoïdées, constituent les deux sous-familles admises aujourd'hui des Gentianacées. Des recherches ultérieures ont confirmé l'homogénéité, à ce point de vue, des Gentianoïdées d'une part [3], [4] et des Ményanthoïdées d'autre part [5]. Si l'on se base sur la classification de Gilg [6] les Gentianoïdées étudiées se rattachent toutes à la tribu des Gentianées, mais, tandis que la Gentiane est classée dans la sous-tribu des Gentianinées, les *Erythræa* et les *Chlora*, auxquels appartiennent les autres espèces, font partie des Érythréinées. Selon Gilg, ces deux groupes diffèrent surtout par leur pollen de dimensions inégales et dont l'exine peut être lisse ou diversement ornée. Ces critères, d'une valeur discutable, ne pourraient-ils pas être remplacés par ceux qu'on peut tirer des études embryogéniques ? En effet, l'*Erythræa Centaurium* Pers., le *Chlora perfoliata* L. se distinguent nettement du *G. asclepiadea* dont le suspenseur est massif et l'assise calyptrogène très développée, en outre, par leur suspenseur filamenteux et le retard apporté dans la formation de leur coiffe. Les *Gentiana* sont subdivisées par Kuszenow [6] en deux sous-genres *Eugentiana* et *Gentianella*. Ces sous-genres comprennent à leur tour un certain nombre de sections. Le *G. asclepiadea* est un *Eugentiana* de la section *Pneumonanthe*. Peut-être les Gentianes qui font partie d'autres sections ne présentent-elles pas, avec les Érythréinées, des différences aussi remarquables dans leur embryogenèse. C'est pourquoi j'ai suivi pas à pas le développement de l'embryon chez une nouvelle espèce, le *G. punctata* L., qui appartient à la section *Cœlanthe* du sous-genre *Eugentiana*.

Le développement de l'embryon chez le *G. punctata* se rattache, dans la seconde période de la classification embryogénique de R. Souèges [7], au mégarchétype V dans la série C′ et la sous-série A′. Les figures 1 à 4 permettent d'assister à l'établissement de la tétrade première de la catégorie C_1, les figures 6 à 7, à celui de la tétrade seconde, linéaire également. Des proembryons octocellulaires à deux étages superposés de deux quadrants sont figurés en 10, 11 et 12. A la quatrième génération, les pro-

embryons comportent un nombre variable de cellules (*fig.* 14 à 17) : très souvent une accélération des divisions cellulaires se produit au niveau de l'étage *m*, compensée par un ralentissement des segmentations en *ci* : c'est ainsi qu'on obtient parfois des embryons hexadécacellulaires où l'étage *m* comporte six cellules déjà, tandis que deux seulement représentent l'étage *ci* (*fig.* 15). Les octants supérieurs fournissent la partie cotylée *s. lato*. A partir des octants inférieurs s'édifie l'axe hypocotylé,

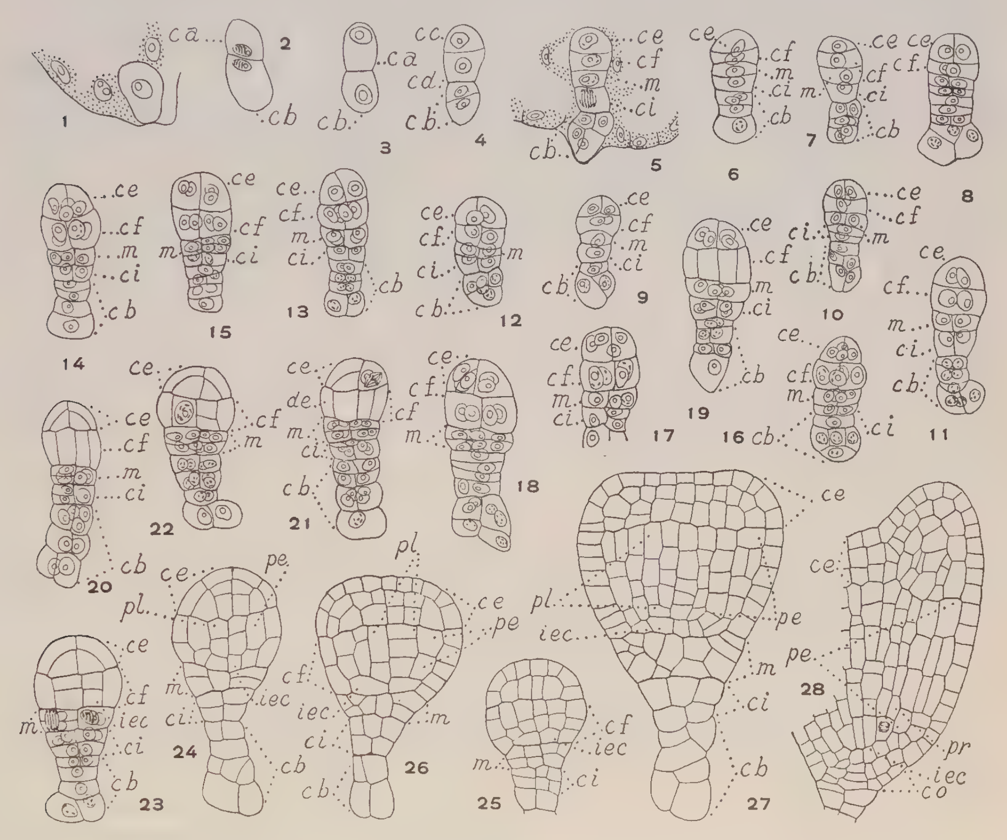


Fig. 1 à 28. — *Gentiana punctata* L. — Les principaux termes du développement de l'embryon. *ca* et *cb*, cellule apicale et cellule basale du proembryon bicellulaire; *cc* et *cd*, cellules-filles de *ca*; *ce* et *cf*, cellules-filles de *cc* ou les deux éléments supérieurs de la tétrade seconde; *m* et *ci*, cellules-filles de *cd* ou les deux éléments inférieurs de la tétrade seconde; *de*, dermatogène; *pe*, périblème; *pl*, plérome; *pr*, péricycle; *iec*, initiales de l'écorce de la racine (G × 370; 300 pour la figure 28).

y compris les initiales de l'écorce radiculaire. La coiffe provient, pour ses parties moyennes, de l'étage *m*, sous-jacent aux octants, par ses parties latérales, du dermatogène radiculaire dont les éléments se cloisonnent tangentiellement (*fig.* 24, 28). Le suspenseur provient en partie de la cellule inférieure *ci* de la tétrade seconde, en partie de *cb*, cellule basale du proembryon bicellulaire. Quand, au niveau de cet organe, les étages sont bien délimités, ils comptent habituellement quatre éléments circumaxiaux chacun. Pour nous résumer, tout se passe de façon semblable chez le *G. punctata* et chez le *G. asclepiadea*. Dans les deux espèces on

retrouve un suspenseur massif formé d'étages souvent quadricellulaires, une différenciation rapide et un remarquable développement de l'assise calyptrogène, une division précoce de *ci*, l'identification aux stades embryonnaires du péricycle dans l'axe hypocotylé. Enfin, au niveau de la *partie cotylée, autour de l'axe proembryonnaire, les cellules circumaxiales prennent rapidement des cloisons transversales*, si bien que les initiales de la tige épicotylée sont déjà réparties en deux étages superposés dans l'embryon subadulte.

Chez les *Chlora* et les *Erythræa*, le suspenseur comporte seulement des étages unicellulaires ou bicellulaires; la cellule *ci* ne se divise jamais; la cellule *m* qui est à l'origine de la coiffe donne au plus quatre cellules circumaxiales aux stades embryonnaires. Le péricycle n'est pas identifiable au niveau de l'hypocotyle. Sous le dermatogène, enfin, il n'existe qu'un étage d'initiales de la tige épicotylée, ce qui fait apparaître avec les Gentianes encore une différence en supplément de celles qui avaient été signalées au cours des travaux précédents.

On peut espérer maintenant pouvoir appliquer un jour, à la classification des Gentianoïdées des critères embryogéniques dont la précision serait plus grande peut-être que ceux que Gilg a invoqués en s'adressant à la morphologie du pollen.

(*) Séance du 15 juin 1959.
(1) P. Crété, *Comptes rendus*, 228, 1949, p. 768.
(2) *Comptes rendus*, 217, 1943, p. 488.
(3) P. Crété, *Comptes rendus*, 228, 1949, p. 1448.
(4) P. Crété, *Comptes rendus*, 241, 1955, p. 1825.
(5) P. Crété, *Comptes rendus*, 242, 1956, p. 3110.
(6) *Die natürlichen Pflanzenfamilien*, Leipzig, 4, n° 2, 1895, p. 50.
(7) *Embryogénie et Classification*, 4e fasc., partie spéciale : *deuxième période du système*, Hartmann, Paris, 1951.

(*Laboratoire de Botanique générale, Faculté de Pharmacie, Paris.*)

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur la présence ou l'absence de la cytochrome-oxydase dans les chloroplastes isolés.* Note (*) de M. **Yaroslav de Kouchkovsky**, présentée par M. Lucien Plantefol.

L'existence et la localisation de la cytochrome-oxydase sont étudiées dans des fractions subcellulaires de feuilles. Aucune activité de cette enzyme, qui existe cependant dans les organes utilisés, n'a pu être décelée manométriquement dans les chloroplastes.

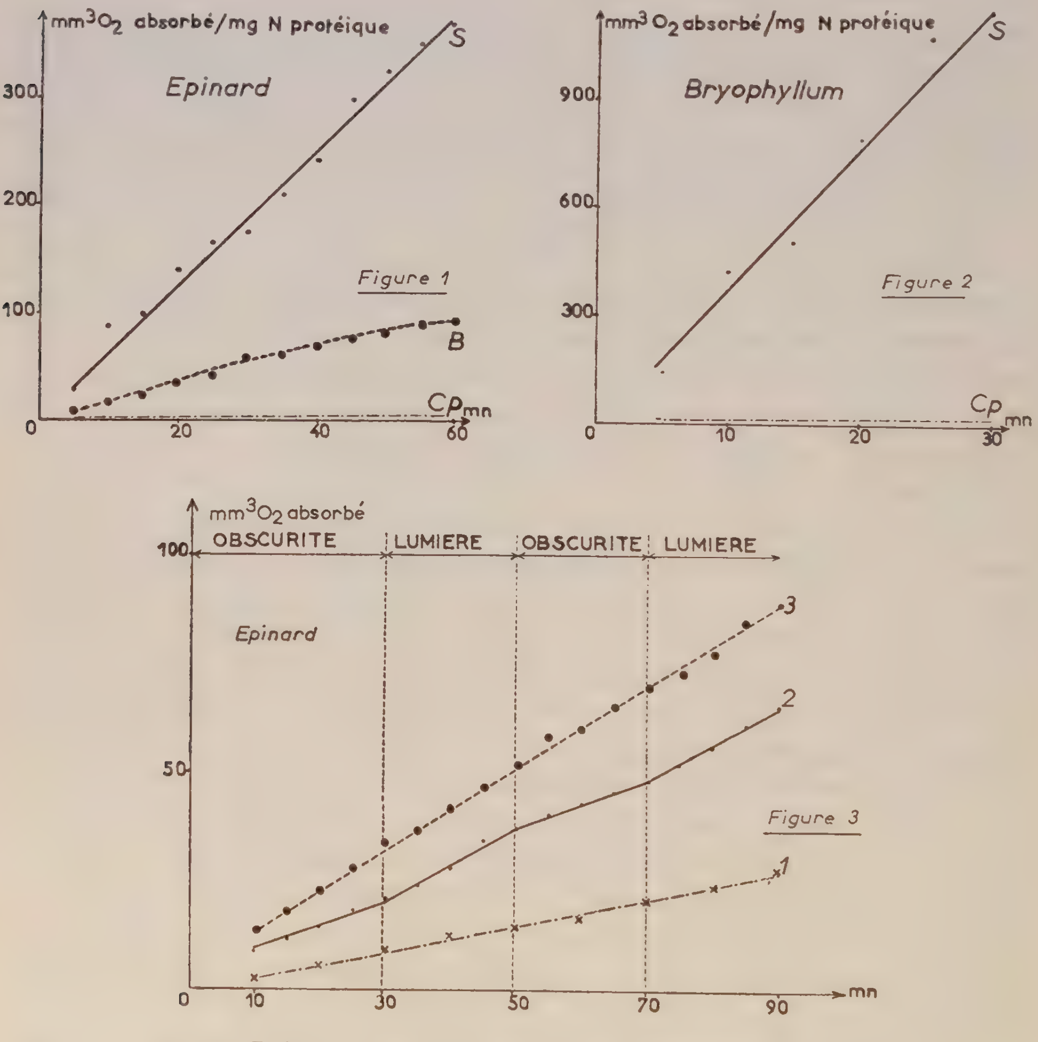
Si l'existence de la cytochrome-oxydase a été maintes fois signalées dans les feuilles, sa répartition intracellulaire est l'objet de nombreuses controverses ([1]), ([2]), ([3]), ([4]). Il pouvait être intéressant, à l'aide de techniques actuelles sélectives, d'aborder le problème de la localisation de cette enzyme dans les chloroplastes afin d'étudier son rôle possible dans les phénomènes d'oxydoréduction qui s'y déroulent.

La méthode utilisée pour séparer les chloroplastes est inspirée de celle d'Arnon et coll. ([5]). 50 g de feuilles fraîches d'Épinard ou de *Bryophyllum Daigremontianum* Berger (Crassulacées) sont homogénéisés dans un mélangeur-broyeur en présence d'une quantité de tampon égale en volume; le jus résultant est filtré sur gaze et coton. On obtient ainsi environ 100 ml d'extrait total ou broyat B. Les milieux d'extraction sont : NaCl 0,30 M tamponné par $KH_2PO_4 + Na_2HPO_4$ 0,05 M pH 7 pour l'Épinard; 2-hydroxyméthyl-2 aminopropane-1,3 diol (tampon « Tris ») 0,1 M + saccharose 0,4 M pH 9 pour le *Bryophyllum* (afin d'amener le pH vacuolaire, très acide, de 3 à 7). Le broyat B est centrifugé avec une accélération de 100 ou 200 *g* pendant 1 à 2 mn. Seuls les deux premiers tiers du surnageant ainsi obtenu sont recueillis (par siphonage sous vide modéré) et sont centrifugés à 1000 *g* pendant 5 mn (*Bryophyllum*) ou 7 mn (Épinard) pour donner un sédiment de chloroplastes. Le nouveau surnageant est conservé et forme la fraction S. Les chloroplastes sont ensuite lavés deux ou trois fois dans la solution tampon correspondant à l'espèce considérée ([6]) et à chaque fois sédimentés par centrifugation à 1000 *g* pendant 5 ou 7 mn. Les différents surnageants ainsi que les couches supérieures et inférieures du culot sont éliminés afin d'éviter la contamination des chloroplastes. Ceux-ci sont finalement mis en suspension dans quelques centimètres cubes du milieu de lavage et donnent la fraction Cp. Le rendement d'extraction, calculé d'après les teneurs en chlorophylle, est d'environ 15 %. Toutes ces opérations sont poursuivies à une température voisine de + 4° C. La centrifugation différentielle tient compte du matériel traité, en particulier de la taille et de la densité des chloroplastes. Ces derniers sont toujours observés au microscope afin de vérifier leur aspect. Il est à noter que si la fraction S de l'Épinard renferme des chloroplastes brisés, celle du *Bryophyllum* en est parfaitement exempte. La chlorophylle est

dosée suivant les indications d'Arnon [7]. L'azote protéique est déterminé colorimétriquement au Nessler, après précipitation par l'acide trichloracétique à 10 % et minéralisation. Le broyat B, les chloroplastes Cp et le surnageant S représentent les préparations enzymatiques. L'ascorbate

Activité cytochrome-oxydasique de diverses fractions subcellulaires de feuilles.

Les activités sont déterminées en soustrayant les nombres obtenus avec le témoin (enzyme + réducteur seul) de ceux obtenus avec le système complet (enzyme + réducteur + cyt. C). Elles sont exprimées en millimètres cubes d'O_2 absorbé par milligramme de N protéique (*fig.* 1 et 2) ou par 2 ml d'extrait (*fig.* 3).



B, broyat total; Cp, chloroplastes; S, surnageant.

Fig. 1. — Par fiole : $2,5.10^{-5}$ M de PPD; $2,5.10^{-7}$ M de cyt. C; 155 µg de chlorophylle. N protéique : 245 µg (B); 48 µg (Cp); 57 µg (S).

Fig. 2. — Par fiole : $2,5.10^{-5}$ M d'asc.; $2,5.10^{-7}$ M de cyt. C; 164 µg de chlorophylle (Cp). N protéique : 48 µg (Cp); 7 µg (S).

Fig. 3. — Par fiole : $2,5.10^{-5}$ M de PPD; $2,5.10^{-7}$ M de cyt. C; broyat (B) : 168 µg de chlorophylle, 205 µg de N protéique.

1. B + PPD; atmosphère 80 % CO + 20 % O_2 (témoin).
2. B + PPD + cyt. C; atmosphère 80 % CO + 20 % O_2.
3. B + PPD + cyt. C; atmosphère 80 % N_2 + 20 % O_2.

de sodium (asc.) ou la *p*-phénylènediamine (PPD), réducteurs du cytochrome C (cyt. C) et enfin celui-ci représentent les substrats. Les mesures sont effectuées à pH 7 selon les méthodes manométriques classiques dans un appareil de Warburg à 25° C.

Quelques résultats sont exposés ici sous forme graphique.

Les figures 1 et 2 traduisent clairement la localisation extrachloroplastique de l'enzyme. Toutefois, afin d'attribuer sans ambiguïté la responsabilité de l'exaltation d'absorption d'oxygène à l'action de la cytochrome-oxydase, cette dernière est inhibée par du CO et la levée de cette inhibition à la lumière est vérifiée (*fig.* 3). La courbe 2 de cette figure met en évidence le parallélisme des segments à la lumière, d'une part, à l'obscurité, d'autre part, et la restauration presque complète de l'activité à l'illumination.

La présence de phénoloxydase (Épinard et *Bryophyllum*), de catalase (*Bryophyllum*) et l'absence d'acide ascorbique-oxydase (Épinard) ont été également vérifiées dans les chloroplastes des espèces étudiées, indiquées entre parenthèses.

En conclusion, si l'activité d'une cytochrome-oxydase est confirmée dans les feuilles vertes, elle n'a pu être décelée dans les chloroplastes isolés. Très probablement l'enzyme est essentiellement localisée dans les mitochondries.

(*) Séance du 15 juin 1959.

(1) N. M. SISSAKIAN, *Advances in Enzymol.*, 20, 1958, p. 201-236.
(2) A. J. ROSENBERG et G. DUCET, *Comptes rendus*, 233, 1951, p. 1674.
(3) A. T. JAGENDROF et S. G. WILDMAN, *Plant Physiol.*, 29, 1954, p. 270-279.
(4) J. H. MAC CLENDON, *Amer. J. Bot.*, 40, 1953, p. 260-266.
(5) D. I. ARNON, M. B. ALLEN et F. R. WHATLEY, *Biochim. Biophys. Acta*, 20, 1956, p. 449-461.
(6) Pour le *Bryophyllum* ce tampon est toutefois également à pH 7.
(7) D. I. ARNON, *Plant Physiol.*, 24, 1949, p. 1-15.

(*Laboratoire de Photosynthèse, C. N. R. S., Gif-sur-Yvette, Seine-et-Oise.*)

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Action de la gibberelline sur la dormance de la vigne* (Vitis vinifera *L.*). Note de MM. **Max Rives** et **Roger Pouget**, présentée par M. Roger Gautheret.

La gibberelline prolonge la dormance de la vigne. Des pulvérisations effectuées pendant la phase de croissance provoquent l'année suivante un retard du débourrement des bourgeons portés par les rameaux traités. Des applications faites pendant le repos végétatif déterminent le même phénomène. Cette action inhibitrice pourrait être utilisée en vue de retarder le départ de la végétation dans les « situations gélives ».

Des pulvérisations de solutions de gibberelline à 10, 50 et 100 mg/l ont été faites les 6 et 9 mai 1958 après le départ de la végétation sur des ceps des cépages Chasselas et Folle Blanche. Nous avons signalé leur action

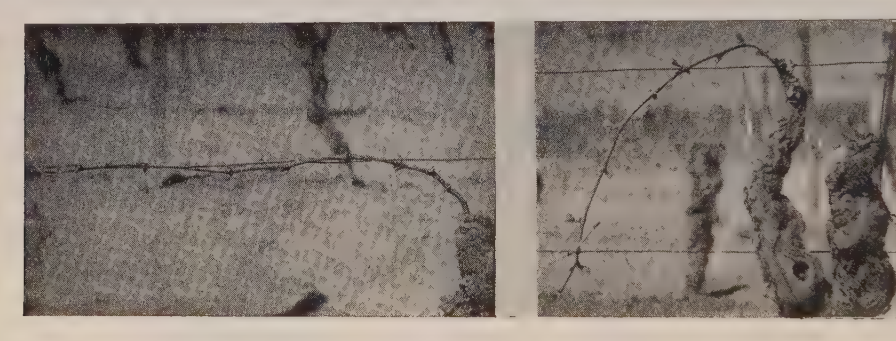


Fig. 1. — Débourrement d'un cep traité le 6 mai 1958 par pulvérisation d'une solution de gibberelline à 100 mg/l (*à gauche*). Les pousses sont à peine visibles alors qu'elles sont nettement développées sur le cep témoin (*à droite*). Cépage chasselas photographié le 2 avril 1959.

intéressante sur la compacité des grappes [1]. En plus de l'allongement des rameaux et de la charpente des grappes, ce traitement amenait, aux doses les plus élevées une *accélération* du cycle de végétation : jaunissement et chute prématurée des feuilles, maturation des baies plus précoces. En 1959 un *retard* du débourrement a été observé sur ces mêmes souches en l'absence de tout autre traitement. Il est de 2 à 3 jours pour les souches traitées à 10 mg/l, 15 à 20 jours pour celles traitées à 100 mg/l (*fig.* 1). Chez ces dernières le débourrement est très irrégulier et très étalé dans le temps; le bourgeon latent principal, qui ne se développe pas dans tous les cas, est souvent remplacé par un bourgeon secondaire. Les inflorescences sont moins nombreuses et plus petites. Le 23 avril 1959 on a mesuré les longueurs de pousses moyennes suivantes : témoin : 9,5 cm; 10 mg/l : 7,3 cm; 50 mg/l : 7,1 cm; 100 mg/l : 2,2 cm.

Des pulvérisations effectuées en février 1959 sur des plantes en place, encore en dormance, n'ont donné aucun résultat. Mais des solutions introduites à la même époque par la section du rameau ont occasionné un retard important (*fig.* 2). Elles n'ont toutefois pas provoqué ensuite l'allongement des axes.

Nous avons traité également par trempage dans des solutions de gibberelline des boutures « à un bourgeon », prélevées sur des plantes en place, (cépage Merlau). Ces boutures ont ensuite été plantées et observées suivant la technique déjà décrite ([2]). Le tableau donne les « durées de débourrement à 50 % des bourgeons » (DD 50).



Fig. 2. — Retard induit par l'injection le 5 mars 1959 de 10 ml d'une solution de gibberelline à 100 mg/l (*à droite*). On remarque un développement des rameaux moindre que dans le cas du témoin non traité (*à gauche*). Cépage Merlau photographié le 21 mai 1959.

L'immersion dans les solutions de gibberelline a retardé le débourrement dans tous les cas. Ce retard est d'autant plus marqué que le prélèvement est plus précoce : l'inhibition provoquée diminue donc en même temps que l'intensité de la dormance. Une durée de trempage de 24 h semble suffire pour atteindre l'effet maximal.

Date du prélèvement.	Durée de trempage (h).	Concentration (mg/l).	DD 50 (en jours).
12 novembre 1958	48	100	171
	24	100	177
	24	0	61
5 mars 1959	24	100	23
	24	10	16
	24	0	11
20 mars 1959	24	100	19
	24	10	13
	24	0	2

Le mécanisme de ces retards, qui peuvent s'observer plus d'un an après le traitement, peut provenir d'un effet indirect sur le métabolisme, en accord avec l'opinion suivant laquelle la gibberelline disparaît rapidement dans les plantes traitées ([3]), la répétition de faibles doses étant plus efficace qu'une seule dose forte. Cela n'explique pourtant pas les retards analogues pro-

voqués soit par une application sur les feuilles peu avant la fin de végétation ([4]), soit par nos traitements sur plantes ou sur boutures faits immédiatement avant le débourrement.

Il semble que la gibberelline ait deux effets distincts suivant l'état de la végétation au moment de l'application : le traitement pendant la période de croissance active provoque, en plus d'un allongement des axes et d'une accélération du rythme de développement, une prolongation de la dormance des bourgeons portés par les rameaux traités; l'administration de gibberelline pendant la période de repos végétatif détermine une prolongation de la dormance par retard du débourrement sans avoir d'effet sur la croissance ultérieure.

Si ces effets sur l'allongement des organes déjà en voie de croissance sont identiques à ceux qu'on observe dans la plupart des cas, la gibberelline a sur le cycle de végétation de la vigne une action opposée à celle qu'elle exerce sur la majorité des autres plantes ligneuses. Brian ([5]) a observé un prolongement de la végétation (chute des feuilles retardée) chez six des sept espèces ligneuses qu'il a étudiées, en particulier chez une Vitacée *Parthenocissus tricuspidata* (Planch.); chez une seule espèce, *Taxodium distichum* (Rich.), il a noté une accélération du rythme végétatif.

Cet effet d'inhibition de la gibberelline sur le débourrement permet d'envisager son emploi pour retarder le départ de la végétation dans les vignobles où des gelées printanières sont à redouter.

([1]) R. Pouget et M. Rives, *C. R. Acad. Agric.*, séance du 15 avril 1959.
([2]) R. Pouget et M. Rives, *Comptes rendus*, 246, 1958, p. 3664.
([3]) Plant Protection L. T. D., *Gibberellic acid*, Fernhurst, 1958.
([4]) R. J. Weaver, *Nature*, 183, 1959, p. 1198-1199.
([5]) P. W. Brian, J. H. P. Petty et P. T. Richmond, *Nature*, 183, 1959, p. 58-59.

(*Station de Recherches viticoles,*
Centre de Recherches agronomiques du Sud-Ouest, I. N. R. A.,
Pont de la Maye, Gironde.)

RADIOBIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur la prolifération* in vitro *de tissus prélevés sur des tubercules de topinambour ayant subi l'action des rayons* X. Note (*) de M. **Robert Jonard**, présentée par M. Roger Gautheret.

L'irradiation de tubercules de topinambour par les rayons X provoque des altérations latentes de leurs cellules, altérations qui s'expriment ultérieurement si l'on utilise leurs tissus pour réaliser des cultures *in vitro*.

On sait que l'irradiation de graines, de bulbes ou de tubercules par les rayons X provoque une diminution de leur vitalité, ce qui s'exprime ultérieurement par un ralentissement de leur germination. [Gunckel et Sparrow [1]]. Il nous a paru intéressant de rechercher si cette diminution de la vitalité d'organes en repos végétatif pouvait aussi se traduire par un ralentissement de la prolifération de leurs tissus lorsque ceux-ci étaient ultérieurement cultivés *in vitro*.

Ce travail a été réalisé de la manière suivante : des tubercules de topinambour en repos hivernal furent soumis au rayonnement d'un tube à rayons X de 180 kV de tension et de 10 mA d'intensité, muni d'un filtre en aluminium de 2 mm. La distance à la source étant de 50 cm, l'intensité du rayonnement était de 50 r/mn. Les doses utilisées s'échelonnaient entre 10 et 2 000 r. Aussitôt après l'irradiation, des fragments de tubercules traités et de tubercules témoins furent ensemencés sur des milieux nutritifs dont certains contenaient 10^{-7} d'acide indole-acétique tandis que d'autres étaient dépourvus de substance stimulante. Les cultures furent conservées

Tableau I.

Action des rayons X *sur la prolifération des tissus de topinambour* in vitro.

Des tubercules en repos hivernal ont été traités par diverses doses de rayons X; aussitôt après l'irradiation, des fragments de ces tubercules ont été ensemencés sur un milieu renfermant ou non de l'acide indole-acétique. Les valeurs contenues dans ce tableau représentent les accroissements obtenus au bout de 30 jours de culture : chaque valeur correspond à une moyenne calculée en milligrammes sur 10 explantats.

Nature du milieu nutritif.	Doses de rayons X (r).							
	0.	10.	25.	50.	110.	500.	1 000.	2 000.
Accroissement de poids frais.								
Témoin	61	239	259	184	117	173	87	16
+ Acide indole-acétique 10^{-7}	1 189	990	1 306	940	896	885	903	776
Accroissement de poids sec.								
Témoin	14,64	52,58	64,75	44,16	28,08	41,52	35,23	4
+ Acide indole-acétique 10^{-7}	222,13	158,40	195,90	122,20	143,36	159,20	144,48	100,88

pendant un mois et nous avons alors déterminé les accroissements de poids frais et de poids sec des explantats. Les résultats de cette expérience sont réunis dans le tableau I.

L'examen de celui-ci permet de constater que les faibles doses de rayons X ont exalté le pouvoir d'accroissement des tissus, surtout lorsque le milieu ne contenait pas de substance stimulante. Les fortes doses de rayons X ont au contraire affaibli l'activité des tissus.

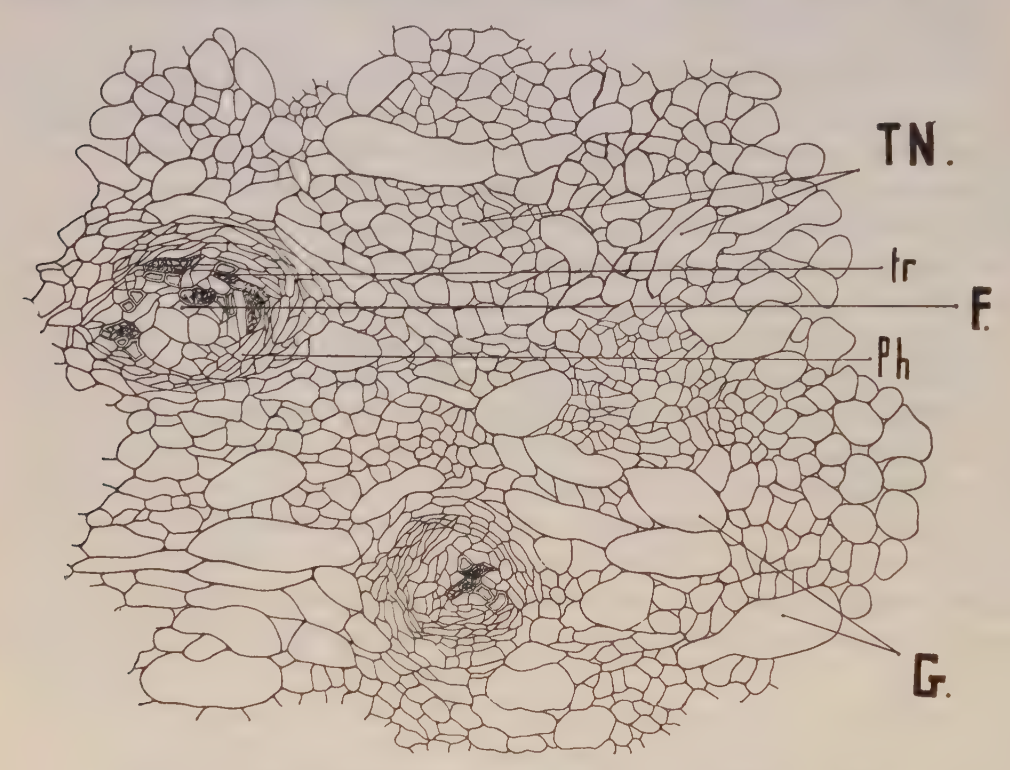


Fig. 1. — Coupe pratiquée dans le cal produit par un fragment de tissu provenant d'un tubercule de topinambour ayant été irradié à la dose de 2 000 r.

Il s'est formé des faisceaux cribro-vasculaires (F) constitués par un massif de trachéides (tr.), qu'entoure un anneau de phloème (ph.). Dans le tissu néoformé (TN) on distingue nettement des cellules géantes (G) à noyaux polyvalents (voir *fig.* 2).

Des observations histologiques réalisées sur des explantats placés dans un milieu dépourvu de substance stimulante ont établi que l'accroissement consécutif à l'action de faibles doses de rayons X était dû seulement à l'hypertrophie des cellules et non à leur prolifération.

Ce résultat doit être rapproché du fait observé par de nombreux auteurs que des graines ayant subi l'action de faibles doses de rayons X donnent naissance à des plantes particulièrement exubérantes [2].

Quant aux fortes doses de l'ordre de 2 000 r, elles ont provoqué, dans nos expériences, une déviation des phénomènes d'histogenèse dus à l'action de l'acide indole-acétique. On sait [3] que des fragments de xylème de topinambour cultivés dans un milieu contenant 10^{-7} d'acide indole-acétique

produisent à leur surface un cambium diffus au sein duquel se différencient des faisceaux cribro-vasculaires disposés sur une seule couche et orientés d'une manière telle que leur région libérienne soit tournée vers l'extérieur et leur région ligneuse vers l'intérieur.

Dans le cas d'explantats provenant de tubercules ayant subi l'action d'une dose de rayons X de l'ordre de 2 000 r, nous avons observé une structure différente : il se formait bien un cal contenant des formations cribro-vasculaires, mais celles-ci étaient à l'état de nodules (*fig.* 1); la masse fondamentale du cal renfermait en outre des cellules géantes pourvues de noyaux multivalents, lobés ou même multiples qui résultaient de divisions aberrantes (*fig.* 2).



Fig. 2. — Noyau lobé dans une cellule géante de culture de tissus de topinambour. Cette culture avait été obtenue à partir d'un tubercule ayant subi l'action des rayons X.

Les rayons X ont donc agi sur le tubercule de topinambour en provoquant des altérations qui s'exprimèrent au moment de la culture des tissus par le fait que les processus de prolifération cellulaire et d'histogenèse provoqués par l'auxine devenaient aberrants.

La culture a donc révélé des anomalies latentes provoquées par les rayons X. Ces anomalies ne se sont naturellement pas manifestées dans le cas des tissus maintenus en survie sur un milieu dépourvu d'auxine et dont la taille des cellules s'était simplement accrue.

(*) Séance du 15 juin 1959.

(1) J. E. Gunckel et A. H. Sparrow, *Brookhaven Symposia in Biology*, n° 6, 1953, p. 253 à 273.

(2) C. A. Shull et Mitchell, *Plant Physiology*, 8, 1933, p. 287 à 296; D. J. Wort, *Plant Physiology*, 16, 1941, p. 373 à 383; H. J. Kersten, H. L. Miller et G. F. Smith, *Plant Physiology*, 18, 1943, p. 8 à 18.

(3) R. J. Gautheret, *Revue générale de Botanique*, 60, 1953, p. 129.

BIOCHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur la genèse des acides organiques dans la vigne.* Note (*) de M. **Gilles Ribereau-Gayon**, présentée par M. Maurice Lemoigne.

L'étude des transformations chimiques de la baie de raisin au cours de la maturation, renouvelée pendant près de quinze années, sur des cépages et des vignobles différents, observés dans leurs conditions naturelles, a permis à E. Peynaud (1) d'établir des relations importantes entre ces conditions et la composition des raisins, notamment en acides organiques, d'étudier des phénomènes essentiels comme la combustion respiratoire de ces acides, enfin d'établir des règles pratiques permettant de prévoir le moment optimum de la récolte. Cependant, l'enchevêtrement des facteurs naturels et la complexité des phénomènes ne permettent pas toujours d'établir des relations précises, ni de proposer des interprétations quant aux lieux d'élaboration des acides organiques. Le but des expériences que nous avons poursuivies en 1957 et en 1958 était de séparer, autant qu'il est possible, ces divers facteurs, notamment l'humidité, l'insolation, la température. Une telle expérimentation, modifiant les conditions climatiques naturelles, n'avait pas encore été tentée.

Les expériences ont été réalisées dans un vignoble de Merlot et de Cabernet séparé, situé sur un plateau homogène planté en 1952, dont les ceps n'étaient pas encore trop sensiblement diversifiés par les variations inévitables se répercutant et s'amplifiant d'année en année. Les parcelles d'expérience, bien séparées les unes des autres, comportaient dix ceps et disposaient chacune d'une parcelle témoin semblable et voisine. Les écarts de composition entre les parcelles témoins ne dépassaient pas quelques pour-cent et en tout cas les chiffres du tableau supérieurs à 5 % peuvent être considérés comme significatifs. A partir de la véraison certaines parcelles étaient abritées au moment de chaque pluie à l'aide de films de polyéthylène disposés en forme de toiture, dont les eaux étaient évacuées à l'extérieur. D'autres parcelles étaient arrosées toutes les semaines par irrigation. D'autres étaient abritées du soleil à l'aide de claies de bambous. Au moment de la maturité, le prélèvement des raisins et les analyses du jus, portant sur les sucres, les acides tartrique, malique, citrique, phosphorique, les cations ammonium, potassium et les cations combinés aux acides organiques, étaient effectués suivant les méthodes de Peynaud. La composition du jus, à laquelle est liée la composition du vin qui en résulte, intéresse l'œnologie. A partir de cette composition, compte tenu du poids des baies, on calcule le taux des constituants dans la baie et ce sont ces chiffres qui permettent de suivre les phénomènes chimiques et physiologiques intéressant la présente Note (tableau).

On remarque que dans les deux années les deux actions inverses, diminution ou augmentation du taux de l'humidité du sol, apportent à la maturation un retard important (exprimé par un écart d'acidité de 20 % en moyenne), très supérieur aux écarts trouvés entre deux parcelles témoins. Il semble que l'acidité minimale corresponde à une certaine humidité moyenne, et comme si cette condition optimale s'était trouvée réalisée

dans les témoins. Mais il est possible que soit intervenue la modification de température du sol par les arrosages. Quel qu'en soit le mécanisme, il s'agit bien d'une intervention agissant au niveau des racines. D'ailleurs les sucres, dont la synthèse se fait essentiellement dans les parties aériennes, gardent dans les lots arrosés des taux semblables à ceux des témoins (taux rapportés à la baie).

Variations des taux des sucres et des acides du raisin dans 1 000 *baies, par rapport aux témoins.*
(En pourcentages.)

	I. Ceps arrosés.		II. Ceps abrités de la pluie.		III. Ceps abrités du soleil.	
	Merlot.	Cabernet.	Merlot.	Cabernet.	Merlot.	Cabernet.
Année 1957.						
Sucres	— 2	— 2	— 3	+ 2	-	—20
Acidité de titration	+15	+30	+28	+22	-	+ 9
Acide tartrique	+18	+ 4	+21	+ 9	-	+ 2
» malique	+ 6	+40	+12	+26	-	+26
Année 1958.						
Sucres	-	— 1	+ 4	-	—30	—48
Acidité de titration	-	+10	+28	-	+34	+ 5
Acide tartrique	-	— 3	+22	-	+ 2	—12
» malique	-	+16	+59	-	+81	+ 9

Interprétations théoriques. — Une intervention sur le fonctionnement des racines (I et II) a fortement accru la concentration des acides organiques dans la baie. En considérant en outre la présence déjà connue d'acide malique dans les racines des végétaux et nos propres conclusions sur la formation d'acide malique dans la vigne (peut-être à partir de l'acide citrique), on peut admettre que ces suppléments d'acides organiques, liés à une action directe sur les parties souterraines, proviennent des racines.

D'une façon plus précise, dans le cas du Cabernet cet important accroissement porte presque uniquement sur l'acide malique, ce qui est directement en accord avec les interprétations précédentes.

Au contraire dans le cas du Merlot il porte sur l'acide tartrique presque uniquement (1957) ou pour une grande part (1958). Comme il est difficile d'admettre une différence dans le comportement des racines des deux cépages, d'autant plus qu'ils étaient greffés sur le même porte-greffe, il faut admettre que dans le Merlot, par une réaction propre à ce cépage, l'acide malique formé dans les racines peut dans les parties aériennes être transformé pour une grande part en acide tartrique (Schéma).

Cet apport de la racine s'ajouterait aux acides élaborés dans les feuilles, soit par synthèse, soit par décomposition incomplète des sucres; nous avons montré que ce processus est la source essentielle de l'acide tartrique [1].

Dans le cas des ceps abrités du soleil (III), comme il était évidemment prévu, le taux de sucres a fortement diminué et l'acidité a plus ou moins fortement augmenté par rapport aux ceps témoins; mais notre expérience précise que cette augmentation a porté uniquement sur l'acide malique. Si l'on considère que la protection contre le rayonnement solaire diminue, dans les feuilles et dans les baies, en même temps l'intensité des processus de synthèse et des processus de combustion, l'augmentation du taux d'acide malique signifie que sa formation est indépendante de la

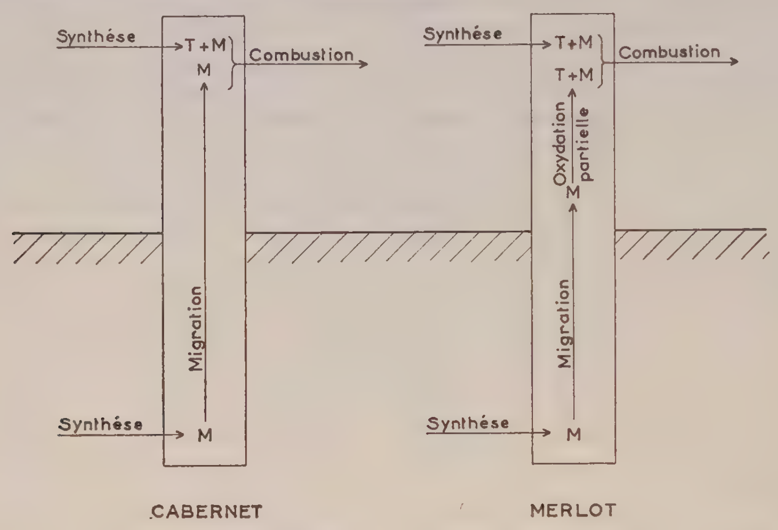


Schéma de la genèse des acides malique (M) et tartrique (T) dans un cep de vigne.

lumière et de la température, ou du moins en dépend beaucoup moins que sa combustion, ce qui est bien en accord avec l'hypothèse d'une formation de cet acide ailleurs que dans les parties aériennes. Le raisonnement inverse est applicable à l'acide tartrique, ce qui est bien en accord avec l'hypothèse de sa formation dans les parties aériennes; dans un cas son taux a même diminué à l'abri de la lumière solaire, ce qui signifie que sa formation peut être encore plus freinée que sa combustion.

En résumé, on peut admettre que la biochimie de la vigne comporte une synthèse de l'acide malique dans les racines, suivie dans les feuilles de la transformation en acide tartrique d'une fraction plus ou moins importante suivant les cépages.

(*) Séance du 15 juin 1959.

(1) G. Ribereau-Gayon, *Comptes rendus*, 248, 1959, p. 3481.

(*Laboratoire d'Œnologie et Chimie agricole de la Faculté des Sciences de Bordeaux.*)

ANTHROPOLOGIE. — *Recherches craniologiques en Savoie.* Note de Mme **Ginette Billy**, présentée par M. Louis Fage.

L'étude d'une importante série crânienne permet de confirmer les résultats d'une enquête effectuée récemment sur la population de la Savoie. Elle montre que le savoyard s'intègre parfaitement dans le stock alpin et présente, en particulier, une identité frappante avec la population voisine du Valais.

La première étude valable sur la craniologie de la Savoie, due à Hovelacque en 1877 (¹), portait sur l'examen de 70 crânes environ. E. Pittard (²) compléta ces données par l'analyse d'une série comprenant 165 sujets des deux sexes. Nos observations ont porté sur 206 crânes (105 masculins, 91 féminins et 10 adolescents) des XVIIIe et XIXe siècles provenant de diverses localités de la Savoie et de la Haute-Savoie. Les mensurations, plus complètes que celles des auteurs précédents, ont été prises selon la technique de Martin. Les données statistiques qui ont été calculées à partir d'elles permettront ultérieurement d'utiles comparaisons. Les principales valeurs sont indiquées dans le tableau suivant :

	Hommes.				Femmes.			
	N.	M.	σ.	V.	N.	M.	σ.	V.
Capacité cr.	60	1555	94,45	6,1	51	1373	97,50	7,1
Module cr.	93	153,4	4,36	2,8	79	148,0	4,15	2,8
Long. max.	106	178,9	6,96	3,9	88	171,1	6,02	3,5
» Na-Ba	93	100,5	4,55	4,5	76	96,5	4,24	4,4
» trou occip	88	36,6	2,38	6,5	75	35,1	2,23	6,3
Larg. max.	103	149,3	5,91	3,9	91	144,8	5,86	4,0
» Fr. min	100	99,5	5,01	5,0	87	96,5	4,33	4,5
» Fr. max.	101	124,6	6,16	4,9	88	120,9	5,18	4,3
» Biauric.	96	128,7	5,54	4,3	73	124,2	4,32	3,5
» trou occip.	87	31,0	1,95	6,3	75	30,1	1,94	6,4
Haut. Ba-Br	94	133,6	5,43	4,1	79	128,6	5,01	3,9
» calotte	70	103,9	5,31	5,1	56	98,1	4,45	4,5
Pér. horiz.	96	523,1	15,61	3,0	82	502,5	14,85	2,9
» transv	94	331,5	12,51	3,8	75	320,7	11,74	3,7
» sagitt.	96	368,7	13,44	3,6	78	356,0	13,23	3,7
Arc frontal	101	129,9	6,82	5,2	86	126,5	6,87	5,4
» pariétal	104	125,0	7,62	6,1	90	119,0	7,85	6,6
» occipital	100	115,6	7,37	6,4	82	112,2	6,77	6,0
Corde frt.	101	113,5	5,40	4,7	86	110,0	6,38	5,8
» par.	104	111,2	6,15	5,5	90	106,4	5,93	5,6
» occip	100	96,1	6,01	6,2	82	94,0	4,95	5,3
Angle du frontal.	70	50,6	2,83	5,6	57	50,1	3,15	6,2
» de Schwalbe	70	60,2	3,28	5,4	56	60,3	2,86	4,7

	Hommes.				Femmes.			
	N.	M.	σ.	V.	N.	M.	σ.	V.
Larg. bizyg	79	136,3	5,26	3,9	72	127,5	4,56	3,6
» orbit	75	43,0	1,73	4,0	68	41,3	1,46	3,5
» nasale	78	24,9	1,88	7,5	74	24,1	1,65	6,8
» palatine	73	39,7	2,52	6,3	64	37,9	2,22	5,8
Haut. fac. sup	78	71,0	4,11	5,8	73	65,6	4,54	6,9
» orbit.	76	33,8	1,75	5,2	67	33,3	1,88	5,6
» nasale	78	52,6	3,24	6,1	74	49,1	3,25	6,6
Long. palatine	72	44,5	2,91	6,5	62	42,5	2,47	5,8
Indices :								
Ind. crânien	104	83,5	4,11	4,9	89	84,8	3,76	4,4
» haut-long	94	75,0	3,52	4,7	81	75,2	3,51	4,7
» haut-larg	93	89,6	4,24	4,7	81	88,8	4,07	4,6
» calotte	71	60,4	3,56	5,9	56	60,1	3,29	5,5
» fr. pariét.	100	66,7	3,00	4,5	87	66,7	2,86	4,3
» fr. trans	100	80,0	3,52	4,4	85	80,1	2,70	3,4
» trou occip	87	84,5	5,50	6,5	74	85,3	5,63	6,6
Ind. fac. sup	78	52,1	3,18	6,1	70	51,4	3,37	6,5
» orbitraire	75	78,8	3,72	4,7	66	80,9	4,09	5,0
» nasal	78	47,4	4,13	8,7	73	49,1	4,36	8,9
» palatin	72	89,2	7,45	8,3	61	90,3	6,20	6,9

Le crâne céphalique, outre sa forte capacité, est caractérisé surtout par une brachycrânie très prononcée. En effet, le contingent brachy-, hyper-brachy- et ultrabrachycrâne représente 81 et 88 % respectivement des sujets masculins et féminins. L'hypsicrânie est la plus fréquente : 50 % des hommes et 54,4 % des femmes ont un crâne haut par rapport à la longueur; mais ce crâne est en même temps bas par rapport à la largeur et 75 % des sujets sont tapinocrânes. Ces pourcentages élevés suffisent à montrer l'homogénéité de notre série savoyarde.

Le front, vertical et bombé chez 95 % des sujets, est fortement divergent. Bien que celui-ci soit large en valeur absolue, la moitié des individus cependant sont sténométopes, indiquant ainsi un fort développement transversal du crâne. La part respective que prennent les trois os de la voûte crânienne à la constitution de celle-ci est constante, et le rapport des segments sagittaux se traduit par l'expression : F(35,2 %) > P(33,5%)>O (31,3 %).

Le profil crânien décrit une courbe à convexité régulière, mais relativement courte dans son sens antéro-postérieur. Au-dessus de la saillie glabellaire, modérément développée, une légère dépression transversale marque le début du front qui s'élève en un arc régulier jusqu'au bregma. La courbe est sensiblement horizontale dans la région du vertex, puis se termine par une chute rapide de l'occiput se traduisant, dans certains cas, par une franche planoccipitalie. La cambrure sous-iniaque est forte-

ment marquée et le trou occipital très incliné vers l'avant. En *norma superior*, le contour est sphénoïdal et montre une tendance accusée vers les formes élargies et globuleuses, à bosses pariétales très développées. Un renflement accentué des parois latérales confère enfin au crâne savoyard l'aspect arrondi caractéristique de la forme dite en « bombe ».

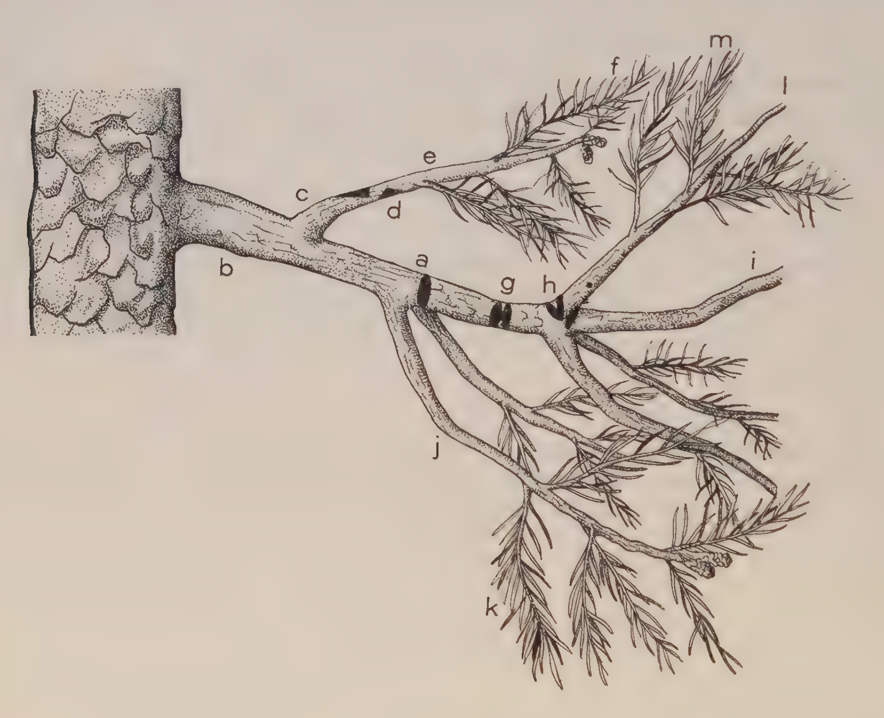
Le massif facial est large mais son développement transversal est relativement moindre que celui du crâne; aussi la cryptozygie est-elle de règle chez le savoyard. La répartition des sujets est manifestement orientée vers l'euryénie, bien que les indices faciaux classent chacun des sexes dans la catégorie mésène (50 %). L'orthognathisme facial est général dans la série. Le nez est lepthorhinien ou mésorhinien tandis que les orbites sont grandes et de forme arrondie. Enfin, le palais est large et court avec une arcade dentaire de forme parabolique.

En résumé, le crâne savoyard est petit, globuleux et sphénoïdal, à contours réguliers et à forte capacité crânienne. Il constitue un type harmonique à brachycrânie prononcée associant une calotte crânienne large, courte et haute, à une face de tendance euryène à profil orthognathe. Les orbites sont mésoconques et peu inclinées vers l'extérieur. Le nez est mésorhinien à forte tendance leptorhinienne et le palais brachystaphylin. Les caractéristiques crâniennes du Savoyard ainsi définies confirment les résultats que nous avons obtenus précédemment pour la population actuelle de la Savoie ([3]).

([1]) *Rev. d'Anthr.*, 1877, p. 226-252.
([2]) *Le Globe*, Soc. Géog. de Genève, 1900; *Ibid.*, *Rev. Anthr.*, 1937, p. 261-291.
([3]) G. Billy, *Comptes rendus*, 246, 1958, p. 3110.

ENTOMOLOGIE. — *Recherches sur le déséquilibre physiologique des branches de Conifères attaquées par les Coléoptères Scolytidæ.* Note (*) de M. **Constantin Chararas**, présentée par M. Pierre-P. Grassé.

Dans une précédente Communication (1), nous avons montré que l'attaque d'un Conifère par les *Scolytidæ* est étroitement liée aux variations de sa pression osmotique, et nous avons précisé qu'un simple traumatisme est susceptible de provoquer un déséquilibre physiologique qui fait d'un arbre un milieu propice à l'installation des insectes.



Nous sommes maintenant en mesure de compléter ces indications très générales par une analyse approfondie des variations de la pression osmotique dans les branches de Conifères attaquées par des espèces spécifiques.

A cet effet, nous avons suivi la progression de *Cryphalus piceæ* Ratz. sur une branche principale d'*Abies pectinata* et vérifié nos observations sur une branche secondaire non attaquée mais blessée expérimentalement en chicane.

Nous avons ainsi constaté que les modifications de la pression osmotique sont beaucoup plus marquées dans les aiguilles que dans l'écorce, phénomène qui n'avait jamais encore été signalé jusqu'ici.

D'autre part, des réactions locales différentes nous ont conduit à distinguer sur une même branche, en fonction de leur localisation respective

par rapport à l'emplacement de l'attaque, les différentes zones indiquées sur le schéma.

Si l'attaque se produit par exemple dans la zone *a*, *g*, *h*, la partie *b* conserve toute sa vitalité et sa pression osmotique normale; il en est de même pour toutes les branches (*j* et *c*) et pour toutes les aiguilles (*f* et *k*) situées avant la zone attaquée. De *a* jusqu'en *i*, *l* et *m*, on note au contraire, dans l'écorce comme dans les aiguilles, une sensible augmentation de la pression osmotique, due à une concentration du suc cellulaire. Loin de traduire une parfaite santé, cette augmentation constitue en réalité une manifestation certaine d'un déséquilibre physiologique à ses débuts; elle annonce la fanaison, c'est-à-dire la mort progressive de la branche *i*, tandis que la branche *j* et les aiguilles *k* gardent encore les propriétés caractéristiques d'un arbre sain.

Ultérieurement, la pression osmotique anormalement élevée détermine au-delà de la zone attaquée une très forte absorption d'eau qui rend les cellules turgescentes et réduit alors considérablement leur pression osmotique.

Quelques nombres permettent d'apprécier rapidement l'importance des variations de pression osmotique dans les différentes zones :

Écorce.	*b* et *j*	9,7	atm
	a, *g* et *h*	12	»
	i et *l*	2	»
Aiguilles.	*f*	27	atm
	k	22 à 23	»
	m (aiguilles jaunes)	30 à 32	»

Ces modifications sont bien liées aux dégâts causés par les insectes, puisqu'en pratiquant sur une branche saine une blessure en chicane (*d* sur le schéma), nous obtenons des résultats identiques.

En définitive, l'installation de *Cryphalus piceæ* Ratz. sur les branches d'un Conifère modifie considérablement la pression osmotique de l'écorce dont les cellules deviennent incapables d'assurer les échanges physiologiques; il en va de même pour les aiguilles dont le jaunissement progressif se poursuit jusqu'à complète fanaison. De ce fait, les insectes mettent indirectement obstacle aux processus normaux de l'assimilation, dont la disparition entraîne la mort de la branche. En s'étendant, les dégâts autorisent l'installation secondaire d'autres *Scolytides* sur le tronc et provoquent finalement le dépérissement de l'arbre depuis la cîme jusqu'à la base du tronc.

Signalons pour terminer que les altérations de la pression osmotique, donc les perturbations physiologiques qu'elles impliquent, sont d'autant plus rapides et plus graves que l'attaque est plus étendue et plus ancienne. C'est ainsi que l'évolution des insectes peut être décomposée en deux

phases essentielles qui correspondent chacune à un stade de déséquilibre nettement défini :

installation et ponte : premières atteintes;

développement larvaire et nutrition : déséquilibre irréversible.

A partir de ce stade, la chute brutale de la pression osmotique, conséquence d'une absorption d'eau tout à fait anormale, traduit une profonde modification cellulaire qui transforme l'écorce en une masse spongieuse, indice certain de la mort de l'arbre.

(*) Séance du 15 juin 1959.

(1) C. Chararas, *Comptes rendus*, 248, 1959, p. 1407.

(*Laboratoire de Zoologie, Institut National Agronomique.*)

EMBRYOLOGIE. — *Évolution de l'épithélium germinatif au cours de l'organogenèse du testicule chez* Galemys pyrenaicus *K.* (*Mammifère, Insectivore*). Note (*) de M. **Antoine Peyre**, transmise par M. Albert Vandel.

La gonade des Mammifères est comme chez tous les autres Vertébrés constituée par deux territoires à potentialités antagonistes : la *médulla* à potentialité mâle et le *cortex* à potentialité femelle. Le testicule résulte donc du développement médullaire et de la régression du *cortex*. Ce dernier est représenté chez les Mammifères par l'épithélium germinatif; sa régression est en général très précoce et même chez certaines espèces où elle est plus tardive, celle-ci est achevée à la fin de la première moitié de la gestation, en particulier chez l'Homme (Giroud) [1].

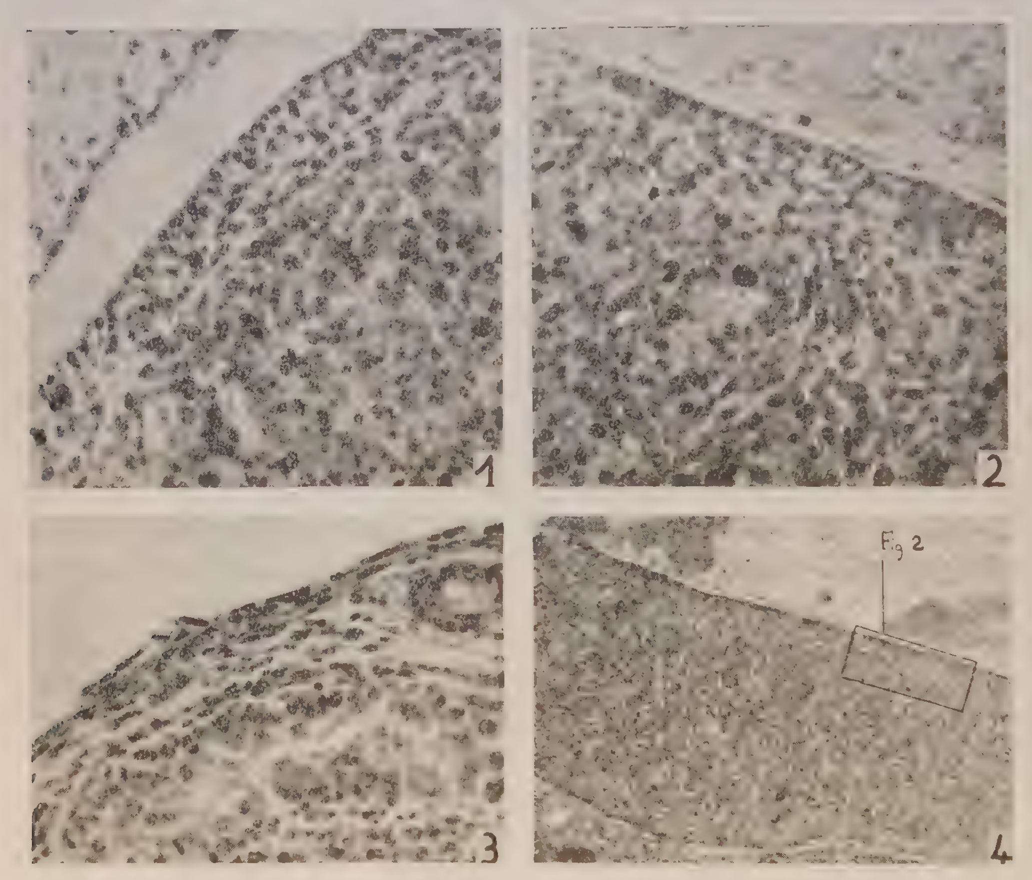
Chez les Talpidés, Godet [2] a montré que l'organogenèse du testicule chez la Taupe est identique à celle des autres Mammifères. Chez le Desman, nous trouvons une évolution particulière. Suivons la formation du testicule à partir du stade indifférencié (embryon de 8-9 mm). Le « bourrelet » génital appendu au mésonéphros comprend un noyau épithélial diffus sans gonocytes entouré d'un épithélium germinatif bourré de gonocytes. Au stade de la différenciation (embryon de 10-11 mm), le futur testicule présente la structure suivante (*fig.* 1) : un noyau épithélial central (médulla) dans lequel s'organisent les futurs cordons (apparition de vitrées, tendance syncitiale de ces cordons irrégulièrement délimités, présence de gonocytes), une zone périphérique mésenchymateuse, lâche, vascularisée (la future albuginée) contenant des gonocytes épars ou groupés, enfin l'épithélium germinatif avec de très nombreux gonocytes. Au stade suivant (embryon de 13 mm), la gonade s'est développée et individualisée, les cordons sont bien délimités, ils contiennent des gonocytes et dans les espaces intertubulaires apparaissent des cellules intestitielles. L'épithélium germinatif est toujours présent et contient des gonocytes ainsi que la zone mésenchymateuse sous-jacente (*fig.* 2 et 4). Cette disposition se maintiendra jusqu'au stade 29 mm environ avec quelques modifications : individualisation plus nette des cordons séminifères qui se développent et se vacuolisent, altération plus ou moins forte de l'épithélium qui contient des gonocytes et entoure entièrement la gonade. Au stade près du terme (embryon de 30-31 mm), il n'existe plus que de très faibles lambeaux d'épithélium, l'albuginée s'organise, *mais il existe encore dans cette zone des gonocytes isolés ou groupés* (*fig.* 3). La structure testiculaire type n'est atteinte qu'après la naissance. Le testicule d'un immature est un organe qui a terminé son organogenèse; il n'y a plus de gonocytes extratubulaires, l'albuginée a acquis une structure définitive et les tubules séminifères particulièrement développés ne laissent subsister entre eux qu'une glande interstitielle active.

Trois faits importants sont à retenir :

a. L'involution lente de l'épithélium germinatif qui se maintient pendant presque toute la vie fœtale;

b. La persistance de gonocytes extra-tubulaires même en l'absence d'épithélium germinatif bien organisé;

c. L'absence à partir du stade de différenciation de tout contact entre les tubules séminifères et l'épithélium, d'une part et, d'autre part, entre les tubules et les gonocytes extra-tubulaires.



Testicules embryonnaires : Photo 1, 2 et 3 (× 300); photo 4 (× 80).
Fig. 1 : Stade de la différenciation; Fig. 2 : Les cordons séminifères sont bien individualisés, les cellules interstitielles apparaissent, mais l'épithélium persiste tout autour de la gonade (*fig.* 4); Fig. 3 : Stade près du terme. L'albuginée s'édifie mais un groupe de gonocytes persiste sous un épithélium plus ou moins régressé.

Cette organogenèse *particulière et constante* suggère les considérations suivantes :

A. Cette évolution rappelle les observations faites chez les Reptiles par Rysley ([3]) et chez les Oiseaux par Witschi ([4]) sur la persistance du cortex dans un testicule (Moineau) ou dans les deux (Tortue). Dans ces cas des rapports existent entre ces deux territoires et peuvent chez le Poulet par exemple se maintenir en culture d'organe (Wolff-Haffen) ([5]). Chez les Mammifères les faits sont moins nets, mais les observations de Bram-

bell ([6]), Hett ([7]) et Jost ([8]), en particulier, montrent la persistance de résidus de l'épithélium germinatif avec parfois des gonocytes, mais *cette disposition est variable et anormale.*

B. Comparons les faits observés chez le Desman avec les résultats expérimentaux obtenus chez les autres Mammifères. L'épithélium germinatif peut persister dans le testicule à la suite d'injections d'œstradiol (Raynaud) ([9]) ou de testostérone (Jost, Burns) ([10]). D'après ces trois auteurs, ce phénomène limité n'a pas de valeur significative pour affirmer une inversion du sexe. Les derniers résultats de Burns, par contre, sont particulièrement importants : cet auteur a obtenu par injections d'œstradiol à l'opossum nouveau-né la stimulation du cortex et la régression de la médulla testiculaire. Cette transformation du testicule en ovotestis ou « ovaire » peut être obtenue à condition d'agir au stade adéquat, c'est-à-dire sur des nouveau-nés prématurés chez lesquels « *l'épithélium germinatif est encore bien conservé sur toute la surface du testicule* ». On peut donc dire que le fœtus mâle du Desman dans la deuxième moitié de la gestation et presque jusqu'à la fin du développement se trouve à un stade pratiquement équivalent aux Opossums mâles soumis à l'œstradiol.

C. Si l'on admet avec Burns « *qu'aussi longtemps que subsiste l'épithélium germinatif, la gonade conserve la potentialité de se transformer en ovaire* », les faits que nous venons de décrire mettent en évidence les potentialités d'ovotestis du testicule de Desman. Nous avons montré dans des Notes précédentes l'intersexualité de l'appareil génital et plus particulièrement la nature « testoïde » de l'ovaire ([11]). Nous retrouvons pour le testicule une certaine évolution tardive par la persistance d'un territoire à potentialités femelles. On peut en déduire que chez le Desman, mammifère très primitif, la sexualité présente une certaine « labilité »; la prévalence mâle ou femelle se manifeste lentement, plus lentement chez la femelle que chez le mâle et dans les deux sexes plus lentement que chez les autres Mammifères.

En résumé, l'organogenèse du testicule chez le Desman met en évidence la persistance de l'épithélium germinatif qui involue lentement et souligne les potentialités d'ovotestis de cet organe.

(Laboratoire de Zoologie, Faculté des Sciences, Toulouse.)

(*) Séance du 15 juin 1959.

([1]) *Colloque Fonct. Endocrine Testicule*, Paris, Masson, 1957.
([2]) *Bull. Biol. Fr. Bel.*, 83, 1949, p. 25.
([3]) *Z. f. Zellforsch. and. mikr. Anat.*, 18, 1933, p. 493.
([4]) *Development of Vertebrates*, Saunders, 1956.
([5]) *Ann. Endocr.*, 13, 1952, p. 724.
([6]) *Proc. Roy. Soc.*, B, 101, 1928, p. 391.
([7]) *Z. Mikr. Anat. Forsch.*, 28, 1932, p. 529.
([8]) *Arch. Anat. micr. Morph. exp.*, 36, 1946-1947, p. 151.
([9]) *Actual. Sc. Indus.*, n°s 925-926, 1942.
([10]) *Arch. Anat. micr. Morph. exp.*, 45, 1956, p. 174.
([11]) *Comptes rendus*, 240, 1955, p. 1139.

EMBRYOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Sur la descendance d'individus triploïdes croisés entre eux ou avec des individus diploïdes, chez le Triton* Pleurodeles waltlii. Note de MM. **Louis Gallien** et **Jean-Claude Beetschen**, présentée par M. Robert Courrier.

On a obtenu une descendance aneuploïde abondante, mais très peu viable, à partir de mâles triploïdes féconds croisés avec des femelles diploïdes. On a d'autre part réalisé, pour la première fois chez les Vertébrés, des croisements entre deux individus triploïdes.

Chez les Amphibiens Urodèles, la reproduction d'individus triploïdes a été obtenue pour la première fois, chez l'Axolotl, par Fankhauser et Humphrey (1950) [1]; il s'agissait de croisements entre femelles triploïdes et mâles diploïdes. En 1954, les mêmes auteurs [2] ont publié les résultats des croisements inverses (♂ $3n$ × ♀ $2n$). Ces expériences ont donné naissance à plusieurs centaines de larves aneuploïdes, presque toutes létales, mais dont quelques-unes, anormales, ont cependant vécu plusieurs mois ou plusieurs années. Chez *Triturus pyrrhogaster*, Kawamura (1951) [3] a également obtenu des larves aneuploïdes à l'aide des deux mêmes types de croisements.

Chez ces deux espèces d'Urodèles, la fécondité des femelles triploïdes est très inférieure à celle des femelles diploïdes normales. Quant aux mâles triploïdes, ils sont à peu près stériles et la quasi-totalité des larves obtenues provient dans ce cas de fécondations artificielles réalisées après le sacrifice de l'animal.

Des résultats identiques ont été signalés chez les Anoures, *Rana nigromaculata* [4] et *Xenopus lævis* [5]. Chez cette dernière espèce, le sacrifice des mâles n'est pas indispensable et les accouplements provoqués par injection de gonodotrophines se sont révélés féconds. Chez les femelles, on constate encore une forte inhibition des ovaires.

Nous avons repris ces expériences avec des Pleurodèles triploïdes ($3n = 36$) provenant d'œufs réfrigérés [6], [7]. La maturité sexuelle survient plus lentement que chez les individus diploïdes et n'est vraiment atteinte qu'au bout de 18 mois à 2 ans. Nous avons constaté, comme dans les cas précédents, une forte inhibition ovarienne; toutefois, quatre femelles ont pondu au total 743 œufs. Quant aux mâles, trois d'entre eux, bien qu'ils se soient accouplés, se sont révélés stériles, les œufs des femelles diploïdes n'étant pas inséminés; un quatrième est à peu près complètement stérile; mais quatre autres ont par contre fécondé, *après accouplement spontané*, les œufs de diverses femelles, à plusieurs reprises, et *ont permis de réaliser pour la première fois des croisements entre deux individus triploïdes*. Les résultats globaux des expériences sont donnés dans le tableau suivant. Dans ce tableau il n'est pas tenu compte du cas des femelles diploïdes qui,

accouplées avec des mâles triploïdes mais stériles, ont pondu des œufs non fécondés, et qui par conséquent ne se sont pas développés.

Croisements féconds.	Nombre de pontes.	Nombre d'œufs obtenus.	Nombre de larves à l'éclosion.
♂ $3n$ × ♀ $2n$	7	5 217	3 140
♂ $2n$ × ♀ $3n$	2	277	86
♂ $3n$ × ♀ $3n$	2	466	46
TOTAUX	11	5 960	3 272

La mortalité embryonnaire des germes provenant du croisement ♂ $3n$ × ♀ $2n$ est en moyenne assez élevée (40 %), mais varie beaucoup d'une ponte à l'autre, l'hypermaturité [8] ayant certainement joué un rôle létal dans le cas de femelles vierges émettant leurs premiers œufs. C'est ainsi que, pour une ponte de 1069 œufs, on n'a obtenu que 368 larves, soit une mortalité de 66 %, mais dans un autre cas, pour 703 œufs, on a compté 593 larves, soit une mortalité de 15 % seulement, à peine supérieure à celle de certaines pontes normales provenant de deux individus diploïdes. Les larves obtenues dans les deux cas présentaient toutes les mêmes types d'anomalies.

La mortalité paraît par contre beaucoup plus élevée, et survient à des stades plus précoces, chez les germes provenant d'une mère triploïde. Elle est au total d'environ 70 % avant l'éclosion pour le croisement ♀ $3n$ × ♂ $2n$, et de 90 % dans le croisement entre deux individus triploïdes. Dans ce dernier cas, aux anomalies de l'ovocyte s'ajoutent celles du spermatozoïde, lui-même aneuploïde.

Dans leur quasi-totalité les larves obtenues dans tous ces croisements sont aneuploïdes et présentent le « syndrome hyperdiploïde » [1], [2] (microphtalmie, microcéphalie, hypodéveloppement des branchies avec troubles circulatoires, œdème). L'œdème se manifeste déjà à l'échelle cellulaire, et le gonflement observé favorise souvent les numérations chromosomiques sur les extrémités caudales. Pour les croisements $3n \times 2n$, on a ainsi pu vérifier l'existence de métaphases à 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33 et 34 chromosomes. Un seul individu diploïde viable a été détecté; il est âgé de 8 mois et s'est métamorphosé à 6 mois. Dans la même ponte se trouvait une larve hyperdiploïde ($2n + 2$) qui survit, mais dont la croissance a été plus lente; elle ne s'est pas encore métamorphosée. Trois autres larves, à 25, 26 et 34 chromosomes respectivement, sont anormales, mais âgées de 4 mois. Tous ces individus proviennent de croisements ♂ $3n$ × ♀ $2n$; aucune larve viable n'a encore été obtenue à partir du croisement ♀ $3n$ × ♂ $2n$. Par contre, une larve vraisemblablement tétraploïde ($4n \pm 1$) est née d'un croisement ♂ $3n$ × ♀ $3n$ et survit depuis 4 mois; un individu hypotétraploïde n'a vécu que 2 mois; un hypertétraploïde ($4n + 3$) n'était pas viable. Par conséquent, au total, pour l'ensemble

de la descendance obtenue, soit 3 272 individus, seules cinq larves présentant divers degrés d'hétéroploïdie ont actuellement dépassé depuis plusieurs mois le stade de l'éclosion.

Ces expériences préliminaires seront étendues par la suite. Nous soulignerons dès maintenant l'intérêt du Pleurodèle qui, à la différence de l'Axolotl, permet d'obtenir des milliers de larves aneuploïdes à partir d'accouplements spontanés de quelques mâles triploïdes féconds avec des femelles diploïdes normales : ce type de croisement permettra d'étudier l'action propre de l'aneuploïdie sur le développement embryonnaire, l'ovocyte étant aussi normal que possible, et le spermatozoïde seul se trouvant à l'origine de cette aneuploïdie. Il est déjà curieux de constater, dans certaines pontes, que les anomalies morphogénétiques n'apparaissent qu'après le premier stade du bourgeon caudal. C'est là une profonde différence avec les altérations liées à l'aneuploïdie complexe observée dans les expériences de réfrigération d'œufs.

On peut espérer, d'autre part. obtenir quelques individus tétraploïdes à formule équilibrée, la méïose semblant avorter dans un certain nombre d'ovocytes triploïdes.

L'existence d'anomalies mitotiques spéciales (mitoses ségrégatives somatiques) a déjà été signalée par l'un de nous ([9]) chez les larves aneuploïdes; les chromosomes métaphasiques fissurés ne se divisent pas, mais se séparent en deux groupes, généralement inégaux; on obtient ainsi deux noyaux-fils (endopolyploïdes) dont les nombres chromosomiques sont respectivement supérieur et inférieur à celui du noyau originel. Cette anomalie se rencontre chez un assez grand nombre d'individus; elle est semblable à celle qui avait été décrite chez certaines larves hétéroploïdes de Pleurodèle, provenant d'œufs réfrigérés, et où elle contribuait à l'apparition des mosaïques aneuploïdes complexes ([10]).

([1]) G. Fankhauser et R. R. Humphrey, *J. Exp. Zool.*, 115, 1950, p. 207.
([2]) G. Fankhauser et R. R. Humphrey, *J. Exp. Zool.*, 126, 1954, p. 33.
([3]) T. Kawamura, *J. Sc. Hiroshima Univ.*, série B, Div. 1, 12, 1951, p. 1.
([4]) T. Kawamura, *J. Sc. Hiroshima Univ.*, série B, Div. 1, 12, 1951, p. 11.
([5]) S. Smith, *Nature*, 181, 1958, p. 290.
([6]) L. Gallien et H. Mugard, *C. R. Soc. Biol.*, 144, 1950, p. 657.
([7]) J. C. Beetschen, *Comptes rendus*, 244, 1957, p. 1959.
([8]) J. C. Beetschen, *Comptes rendus*, 245, 1957, p. 2541.
([9]) J. C. Beetschen, *Bull. Soc. Zool. Fr.*, 83, 1958, p. 245.
([10]) J. C. Beetschen, *Comptes rendus*, 244, 1957, p. 2095.

(*Laboratoire d'Embryologie, Faculté des Sciences, Paris.*)

PHYSIOLOGIE. — *De l'influence du type d'alimentation sur le développement de diverses parties du tube digestif du jeune Rat.* Note de M. **Paul Fournier**, Mlle **Henriette Susbielle** et M. **Jean Bescol-Liversac**, présentée par M. Robert Courrier.

Dans les jours qui précèdent le sevrage, le développement de diverses portions de l'intestin du jeune Rat est très rapide. L'administration, dès le sevrage, d'un régime à base d'amidon, ralentit en pleine course ce développement qui, en particulier pour ce qui est du cæcum, se poursuivrait vigoureusement si le régime de sevrage contenait, comme le lait, du lactose.

Sous l'effet de l'ingestion de lactose ou d'un autre composé de structure, la cæcum du jeune Rat s'accroît fortement ([1]). Avec quelle rapidité s'effectue ce développement d'un organe dont Fischer observe, sous l'influence d'un régime lactosé, le doublement de poids en une semaine ([2]) ? Et puisque, après le sevrage, le lactose est un élément déterminant du développement du cæcum, il semble aussi nécessaire d'établir la courbe de croissance de cet organe, de la naissance au sevrage, pendant qu'une nourriture lactosée est une obligation naturelle.

Conditions expérimentales. — 1re *partie, avant sevrage.* — Dix rattes qui allaitent des portées de 8 petits reçoivent le régime d'élevage de L. Randoin et J. Causeret ([3]), régime supplémenté de carottes et de foie. Lorsqu'ils sont âgés respectivement de 1, 9, 15, 18 ou 22 jours, tous les petits de deux portées sont sacrifiés.

2e *partie, après sevrage.* — Dès le sevrage, pratiqué à l'âge de 22 jours, 60 jeunes rats sont répartis en deux lots égaux. Ceux d'un lot « amidon » reçoivent un régime dont la composition centésimale est la suivante : caséine, 20; amidon, 69,5; huile, 5; mélange salin, 4; mélange vitaminique, 1; O_2Ti, 0,5. Une description détaillée de ce régime a été donnée antérieurement ([1]). Le régime des rats d'un lot « lactose » ne diffère du précédent que par la substitution, à une proportion équivalente d'amidon, de 25 % de lactose. Six animaux de chaque lot sont sacrifiés après avoir reçu le régime pendant 2, 4, 7, 15 ou 38 jours, c'est-à-dire quand ils sont âgés respectivement de 24, 26, 29, 37 ou 60 jours. Les rats sont tués par saignée, sous anesthésie. L'estomac, l'intestin grêle, le cæcum et le gros intestin sont séparés, vidés, nettoyés, séchés et pesés.

Résultats. — Les données relatives à l'âge, au poids des animaux, au poids sec de diverses parties de leur tube digestif sont rassemblées dans un tableau. Il n'y est pas fait mention de l'estomac, organe dont le développement est peu influencé, après sevrage, par la présence de lactose dans le régime.

1° En confirmation d'un fait connu pour l'ensemble du tube digestif ([4]), la croissance de ses diverses portions est intense pendant la période d'allaitement maternel. Cette croissance tend à s'accélérer. Pour le cæcum, l'accélération est tardive, mais très accusée.

2° Quand le sevrage est réalisé au moyen d'un régime à base d'amidon, le développement des diverses parties de l'intestin subit un ralentissement brutal. Pour l'intestin grêle, le gros intestin et dans une moindre mesure

pour le cæcum, organes dont le poids augmente alors moins vite que celui du corps, on est en droit de parler de croissance régressive.

Age des rats (jours).	Poids corporel (g).		Poids sec (mg). Intestin grêle.		Cæcum.		Gros intestin.	
1......	5		–		0,4		–	
9......	13		28		1,8		9	
15......	24		103		4,5		22	
19......	35		172		13		39	
22......	45		336		32,8		74	
Sevrage (*).	Amidon.	Lactose.	Amidon.	Lactose.	Amidon.	Lactose.	Amidon.	Lactose.
24......	52	51	472	471	36	47	81	89
26......	61	60	552	590	38	66	91	112
29......	66	66	538,5	682	38,5	100	89	129
37......	96	93	630	820	60	170	110	140
60......	173	175	820	942	93	268	185	248

(*) Les rats sont sevrés le 22e jour avec un régime « amidon » ou « lactose ».

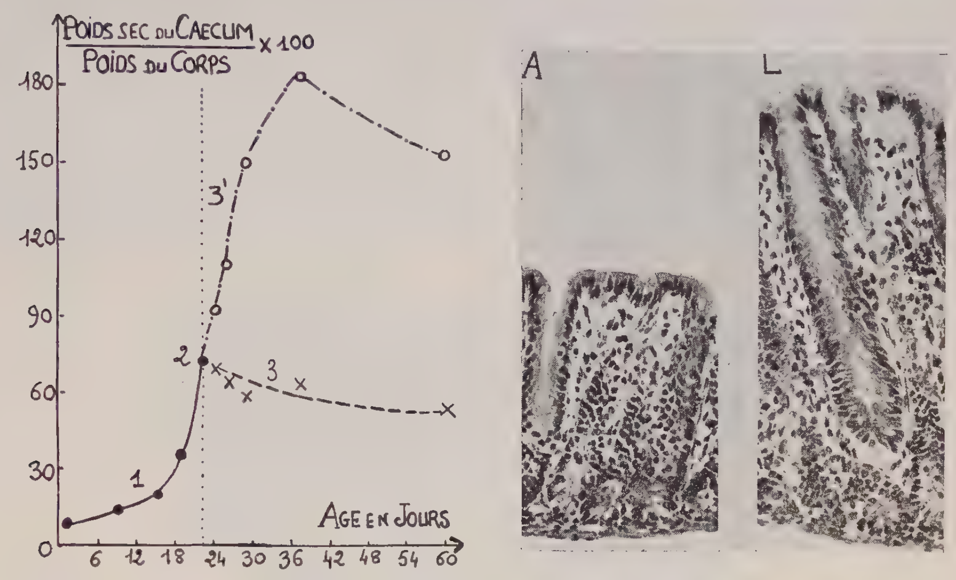
3° La présence de lactose dans le régime prolonge au-delà du sevrage le développement rapide de diverses parties du tube digestif. Ce phénomène, net mais modéré en ce qui concerne l'intestin grêle et le gros intestin, revêt, pour le cæcum, une grande ampleur. Dans les sept jours qui suivent le sevrage, le poids du cæcum est triplé; pendant encore quelques jours, le développement continue en s'amortissant, puis il se ralentit pour se poursuivre à une vitesse un peu inférieure à celle de la croissance générale de l'organisme (*voir* le graphique).

Discussion et conclusion. — L'effet plastique du lactose, individualisé par l'un de nous à propos de son action protectrice à l'égard du squelette de la Ratte allaitante ([5]), apparaît ici avec une grande netteté. Les raisons de l'influence des composés de structure sur le développement du cæcum n'en demeurent pas moins secrètes.

L'hypertrophie du cæcum provient-elle de fermentations bactériennes ? Toutefois, une telle hypertrophie est notée quand les rats ingèrent du lactose ou lorsqu'ils reçoivent de l'auréomycine ([6]). Comment deux corps dont l'un favorise l'activité bactérienne et l'autre l'entrave pourraient-ils agir identiquement par l'entremise des fermentations ? Et le lactose ne limite pas son action au développement des seules régions de l'intestin où la présence des bactéries rendrait leur influence plausible. Incidemment, nous avons aussi constaté que la rate des animaux qui recevaient du lactose est toujours plus pesante.

L'autre hypothèse, formulée par l'un de nous, hypothèse selon laquelle les composés de structure seraient métabolisés autrement que ne le sont les composés énergétiques, n'est pas davantage justifiable puisque divers composés de structure, doués d'une forte activité plastique ([7]), semblent

inutilisables par l'organisme. C'est le cas d'antipodes optiques des oses naturels, c'est aussi celui du mannitol, si peu métabolisable qu'on se réfère à la constance de son élimination pour étudier le fonctionnement rénal.



Le graphique représente, en fonction de l'âge, la variation du poids sec du cæcum rapporté à 100 g d'animal : 1, allaitement maternel; 2, sevrage; 3, régime amidon; 3', régime lactose. Microphotographies de muqueuses cæcales. En A chez un rat soumis au régime amidon. En L chez un rat de même âge et de même poids, soumis au régime lactose : on note l'hyperplasie avec conservation d'une structure normale (G × 125).

(1) P. Fournier, H. Susbielle et J. Bescol-Liversac, *Comptes rendus*, 248, 1959, p. 2799.

(2) J. Fischer, *Amer. J. Physiol.*, 188, 1957, p. 550.

(3) L. Randoin et J. Causeret, *Bull. Soc. sc. Hyg. alim.*, 35, 1947, p. 14.

(4) H. Donaldson, *The Rat, Memoirs of Wistar Inst.*, nº 6, 2e édit., Philadelphie 1924, p. 272.

(5) P. Fournier, *Comptes rendus*, 238, 1954, p. 519.

(6) H. Lee et J. Fischer-Moinuddin, *Amer. J. Physiol.*, 192, 1958, p. 421.

(7) P. Fournier, H. Susbielle et Y. Dupuis, *J. Physiol.*, 47, 1955, p. 793.

(*Laboratoire de Physiologie de la Nutrition du C. N. R. S.,
Laboratoire d'Histologie de la Faculté de Médecine de Paris.*)

NEUROPHYSIOLOGIE COMPARÉE. — *Mise en évidence d'une réponse directe par la stimulation d'organes électriques chez deux espèces de Mormyridés.* Note de Mme **Denise Albe-Fessard** et M. **Alfred Fessard**, présentée par M. Robert Courrier.

Une des propriétés les plus inattendues mises en évidence chez certains Poissons électriques est l'inexcitabilité directe de leurs organes vis-à-vis de la stimulation électrique ([1], [2], [3]), celle-ci ne pouvant s'exercer que par l'intermédiaire des rameaux nerveux répandus dans le tissu. Ce fait

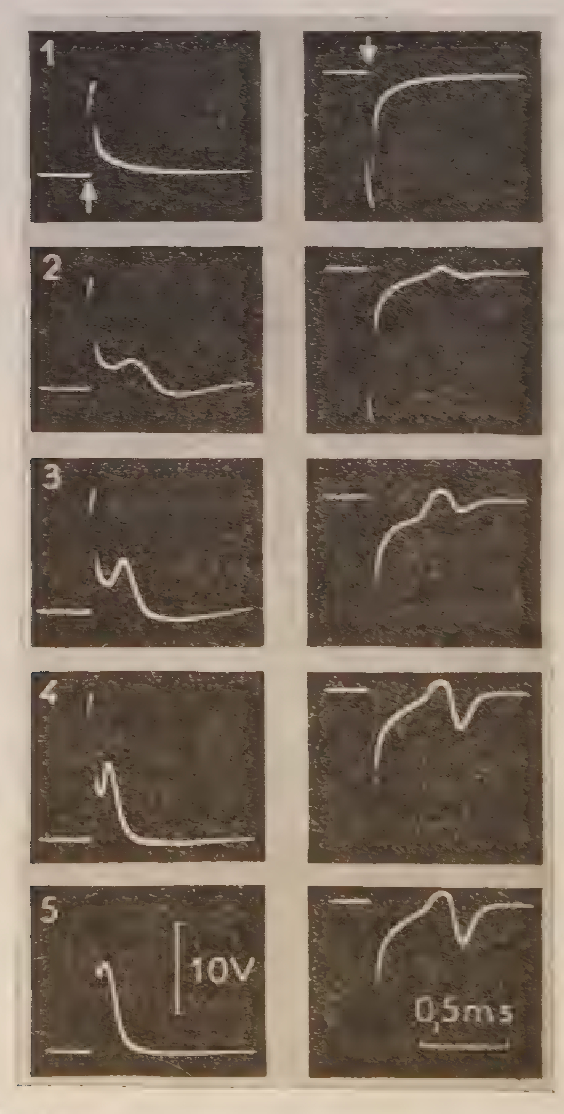


Fig. 1. — Réponses d'un fragment d'organe de *Gnathonemus* à des stimulations électriques brèves appliquées dans le sens hétérodrome (*à gauche*) ou homodrome (*à droite*). De 1 à 5, intensités croissantes. Les deux tracés du haut représentent uniquement l'artefact de stimulation (flèches).

a été bien établi pour l'organe des Torpédinés et des Rajidés, et nous l'avons constaté à nouveau récemment en étudiant un autre genre marin, l'*Astroscopus*, de la famille des Uranoscopidés.

Par contre, le grand Gymnote, *Electrophorus electricus*, poisson de fleuve d'Amérique du Sud, possède une excitabilité électrique directe [4]. Un autre poisson d'eau douce, le malaptérure, récemment étudié par Bennett, Keynes et Grundfest [5], présente cette même propriété. Par l'entremise de Th. Szabo, chargé de mission du C. N. R. S. en Afrique, nous avons eu, de notre côté, la possibilité de recevoir des poissons de la famille des Mormyridés et nous avons pu soumettre leurs organes aux tests habituels de l'excitabilité directe.

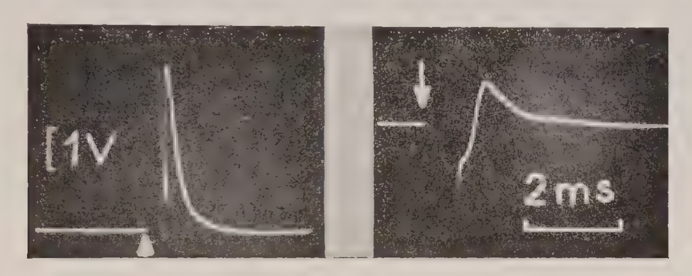


Fig. 2. — Réponses d'un fragment d'organe de Mormyre à un stimulus maximal, hétérodrome (*à gauche*), ou homodrome (*à droite*).

Deux espèces différentes ont été étudiées, *Gnathonemus senegalensis* et *Mormyrus rume*. Elles ont permis la même constatation, à savoir que leurs organes sont effectivement capables d'excitabilité directe. En effet, comme le montre la figure 1, la réponse d'un fragment d'organe de *Gnathonemus* à un choc électrique très bref (0,04 ms) appliqué par deux électrodes parallèles au plan des électroplaques, apparaît avec une latence extrêmement brève lorsque le courant stimulant traverse l'organe dans le sens hétérodrome, c'est-à-dire inverse de celui de sa décharge : c'est le sens suivant lequel la face activable de l'électroplaque se trouve dépolarisée, donc excitée par le courant. La latence, pour un courant d'intensité maximale, est de l'ordre de 0,03-0,05 ms. Par contre, avec un courant de sens inverse, la latence la plus brève est d'environ 0,3 ms, valeur normale d'un délai synaptique; en outre, le seuil est alors nettement plus élevé et la forme des réponses est bien différente. Ces caractères directionnels achèvent de nous convaincre que, dans le premier cas, il s'agit bien d'une réponse directe de l'effecteur, tandis que dans le second l'intermédiaire nerveux est probable, avec cependant cette réserve qu'il pourrait s'agir, comme cela se produit avec le Gymnote, d'une stimulation d'ouverture, les latences, dans ces cas, étant toujours plus longues.

On sera frappé de l'extrême brièveté des décharges (0,25 ms à 27° C) lorsque, la stimulation étant maximale, la dispersion est minimale; et aussi de la forme diphasique des réponses, surtout dans le cas de la

stimulation présumée indirecte. Ces caractères avaient déjà été notés par Lissmann ([6]) pour les décharges naturelles des Mormyres. Ces deux aspects pourraient s'expliquer conjointement en admettant un envahissement de la face non innervée de l'électroplaque par l'onde d'activité née sur la face nerveuse, comme cela paraît se produire dans l'organe du malaptérure ([5]).

Avec le *Mormyrus*, les tracés, donnés ici à une échelle de temps plus lente (*fig.* 2), sont un peu différents, mais on observe aussi des effets directionnels sur les latences, les seuils et la forme des réponses, selon que le courant est homo- ou hétérodrome, et l'excitabilité directe n'est pas douteuse.

Dans les deux cas, la réponse directe est peu fatigable lorsqu'on répète longtemps la stimulation, critère supplémentaire qui la différencie d'une réponse d'origine nerveuse.

(1) A. Fessard et A. Pezard, *C. R. Soc. Biol.*, 134, 1940, p. 525.

(2) D. Albe-Fessard, A. Fessard et L. Sollero, in *Curare and curare-like agents*, Elsevier C°, Amsterdam, 1959, p. 346-355.

(3) H. Grundfest, in *Progress in Biophysics*, 7, 1957, p. 1-85.

(4) D. Albe-Fessard, C. Chagas et H. Martins-Ferreira, *Anais da Acad. Brasil. Ciencias*, 23, 1951, p. 327-332.

(5) M. V. L. Bennett, R. D. Keynes et H. Grundfest, *Biol. Bull.*, 115, 1958, p. 330.

(6) H. W. Lissmann, *J. exp. Biol.*, 35, 1958, p. 156-191.

(*Centre d'Études de Physiologie nerveuse du C. N. R. S.*)

HISTOCHIMIE. — *Contribution à l'histoenzymologie de la gestation chez la Lapine.* Note (*) de Mlle **Lucie Arvy**, présentée par M. Robert Courrier.

Le « noyau vitellin de Balbiani » et les corps de Call et Exner sont constitués par le produit de sécrétion, riche en glucides et en cholinestérases, élaboré par les cellules folliculeuses. Les corps jaunes, extrêmement riches en phosphomonoestérase alcaline et en acétylthiocholinestérase s'appauvrissent en enzyme dès la mise-bas.

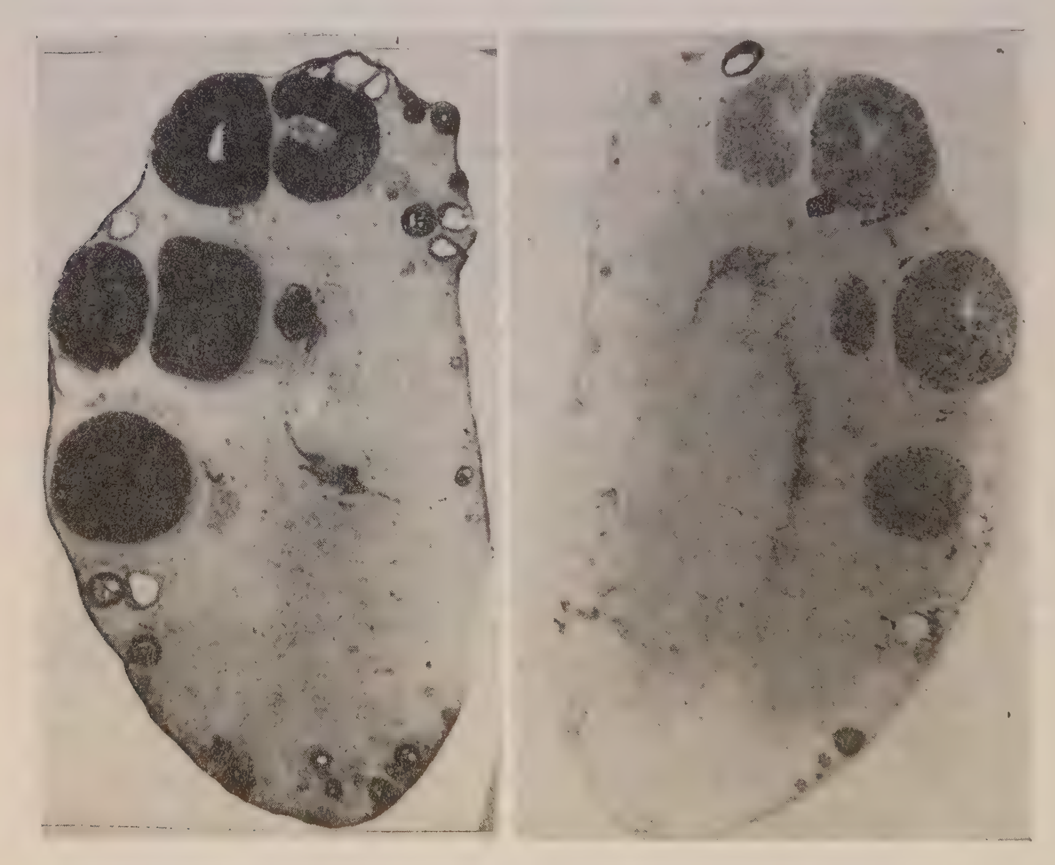
Nous savons que les cellules folliculeuses de la Lapine ont des activités phosphomonoestérasique, riboflavine-nucléotidasique, 5-nucléotidasique ([1]) et amylo-1.4 ⇌ 1.6-transglucosidasique ([2]); les cellules de la granulosa ont des activités phosphomonoestérasique, butyryl-naphtolestérasique ([3]) et succinodéshydrogénasique ([4]); le tissu interstitiel hydrolyse les acétates d'α-naphtol et de naphtol AS ([5]) et il est riche en stéroïde 3-β-ol-déshydrogénase ([6]); le tissu lutéinique est riche en succinodéshydrogénase ([4]).

J'ai recherché des activités estérasiques chez des lapines adultes, les unes au repos sexuel, les autres gestantes ou allaitantes. Les ovaires fixés, pendant peu de temps, par le formol à 10 % neutre et froid, ont été coupés à la congélation et soumis aux divers bains d'incubation classiques.

Dès que la première assise de cellules folliculeuses augmente de hauteur, ses cellules acquièrent des activités enzymatiques (phosphomonoestérasique, butyrylthiocholinestérasique et acétylthiocholinestérasique) de plus en plus fortes; ces activités s'étendent aux assises successives de cellules folliculeuses, pendant que s'élaborent de minuscules inclusions d'un produit métachromatique au bleu de toluidine, alcianophile, faiblement Schiff-positif, fortement Hotchkiss-positif, résistant à l'amylase, perdant son aptitude à colorer le réactif de Schiff après oxydation periodique par acétylation et la récupérant par saponification; en outre, le produit élaboré par les cellules folliculeuses hydrolyse les butyryl et acétylcholines. Ce produit migre vers le noyau de l'ovocyte contre lequel, ou à proximité duquel, il s'accumule en un amas séléniforme, constituant le « noyau vitellin de Balbiani »; des portions de la sécrétion des cellules folliculeuses peuvent se trouver retenues entre les cellules de la granulosa, elles constituent alors les corps de Call et Exner.

Considérés dans leur ensemble les follicules de De Graaf sont riches en phosphomonoestérase alcaline, pauvres en phosphomonoestérase acide et dépourvus d'adénosine-triphosphatase et de 5′-nucléotidase histochimiquement décelables; la monoestérase alcaline existe dans la chromatine et les nucléoles de l'ovocyte; la monoestérase acide abonde dans le cytoplasme de l'ovocyte; le liquide folliculaire est dépourvu des deux monoestérases.

L'interstitielle a une activité acétylnaphtolestérasique moyenne; elle est riche en phosphomonoestérase acide et en butyrylthiocholinestérase; elle est dépourvue de phosphomonoestérase alcaline et d'acétylthiocholinestérase, sauf au niveau de fibres cholinergiques péri-artérielles, hilaires, en particulier. La détection de l'activité adénosine-triphosphoestérasique révèle électivement, et mieux que l'injection vasculaire la plus parfaite, les divers types de réseaux vasculaires.



Aspect de l'ovaire de Lapine, le 15[e] jour de la gestation, après détection de l'activité phosphomonoestérasique alcaline, *à gauche* (technique de Gomori-Lillie, pH 9,2) et acétylthiocholinestérasique; *à droite* (technique de Koelle-Gerebtzoff, pH 6,8). Le plus grand diamètre de l'ovaire est de 1,9 cm; le plus grand diamètre du plus grand des corps jaunes est de 3 mm.

Chez la Lapine gravide le développement du tissu lutéinique s'accompagne d'une charge ovarienne énorme en phosphomonoestérase alcaline, en adénosine-triphosphatase et en acétylthiocholinestérase. Dès la mise bas ces activités diminuent; trois jours après la parturition le corps jaune, dont le diamètre n'est plus que la moitié de celui du corps jaune à terme, apparaît, après détection de la phosphomonoestérase alcaline, non plus intensément noir (*fig.*) mais tigré, car si le tissu lutéinique a perdu la plus grande partie de son activité, ses vaisseaux hydrolysent encore le monophosphate; l'activité acétylthiocholinestérasique a presque entièrement disparu.

Remarques. — Les localisations observées diffèrent de celles qui avaient été rapportées antérieurement; Foraker ([4]), seul auteur qui ait étudié l'ovaire de la Lapine gravide, a recherché la phosphomonoestérase alcaline sur coupes à la paraffine d'ovaires fixés par l'acétone; Grieten ([7]), seul histoenzymologiste qui ait recherché des activités cholinestérasiques au niveau de l'ovaire, n'a pas trouvé d'activité acétylthiocholinestérasique, mise à part l'activité de rares filets nerveux; sans doute, parce qu'il travaillait sur l'ovaire de Cobaye et de Souris, à pH 6,2.

Comme l'a suggéré Stefanelli ([8]) l'appellation « noyau vitellin de Balbiani » doit être abandonnée, puisque cette formation, riche en groupements 1.2-glycol, en butyryl et en acétylthiocholinestérases, est dépourvue d'acides nucléiques.

(*) Séance du 15 juin 1959.

(1) T. Takeuchi et S. Nogami, *Acta Pathol. jap.*, 4, 1954, p. 277-283.

(2) T. Takeuchi, *J. Histochem. Cytochem.*, 6, 1958, p. 208-216.

(3) R. L. Hunter et K. M. Kneiske, *J. Histochem. Cytochem.*, 5, 1957, p. 154-158.

(4) A. G. Foraker, S. W. Denham et D. D. Mitchell, *J. Obstet. Gyn. brit. Empire*, 72, 1955, p. 447-451.

(5) R. D. Chessick, *J. Histochem. Cytochem.*, 1, 1953, p. 471-485.

(6) L. W. Wattenberg, *J. Histochem. Cytochem.*, 6, 1958, p. 225-232.

(7) *C. R. Soc. Biol.*, 149, 1955, p. 826 et *C. R. Soc. Biol.*, 150, 1956, p. 1015.

(8) *in* discussion J. Clavert, *Les bases biochimiques et structurales de la morphogénèse* (*Colloque U. I. S. B.*, n° 17, 1953, p. 15).

(*Laboratoire de Physiologie du C. N. R. Z.,*
Jouy-en-Josas, Seine-et-Oise.)

BIOLOGIE. — *Anomalies mitotiques de la spermatogenèse obtenues par application continue d'ultrasons sur le testicule de Souris.* Note de MM. **Charles Bonhomme** et **Reza Pourhadi**, présentée par M. Christian Champy.

Il y a déjà quelques années, certains auteurs [(1) à (7)] avaient eu l'idée d'observer les résultats de l'action ultrasonique sur le testicule de quelques Mammifères. Ils décrivaient la formation de plasmodes intratubulaires et la destruction de toute ou partie de la lignée séminale et, pour de fortes applications, la nécrose de tout le tissu testiculaire y compris la lignée sertolienne.

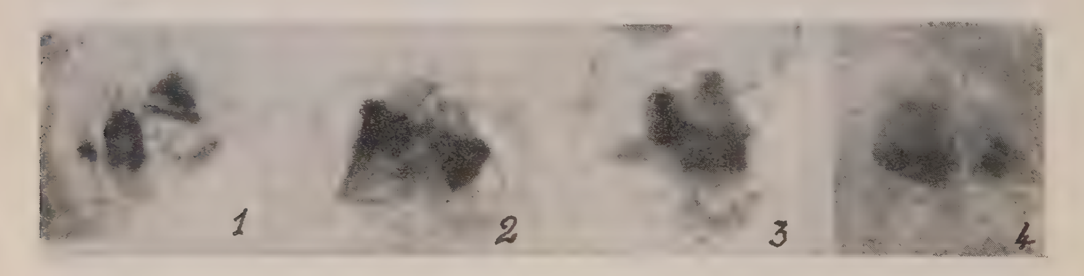


Fig. 1 et 2. — Mitoses tripolaires (tous les pôles ne sont pas visibles dans un même plan).
Fig. 3. — Mitose tétrapolaire : le pôle en bas à droite n'est pas sur le plan de la coupe.
Fig. 4. — Mitose tétrapolaire : trois demi-fuseaux en bas, dont le médian est peu visible; une petite mitose accessoire, dans le même élément.

Après avoir signalé l'action mitoclasique des ultrasons sur l'œuf indivis de Triton (8), nous avons effectué une série d'expériences sur les testicules de Souris adultes, en appliquant directement sur le scrotum un faisceau d'ondes ultrasoniques, à une fréquence de 1000 kHz, sous une puissance variant autour de 2 W acoustiques par centimètre carré, pendant 1 à 2 mn.

Le fait qui a tout particulièrement attiré notre attention c'est la présence de nombreuses anomalies mitotiques des divisions de spermatocytes de premier ordre et plus rarement des divisions des spermatogonies.

En fonction des notions déjà acquises sur ce sujet (9), (10), nous nous bornerons à énumérer les anomalies les plus typiques.

Les pluripolarités sont très nombreuses et revêtent des aspects très variés. En effet, on note la présence de mitoses tripolaires (*fig.* 1 et 2), avec distribution irrégulière des chromosomes sur les trois fuseaux, l'un d'eux pouvant être dépourvu de toute formation chromosomique. On note aussi l'existence de mitoses tétrapolaires (*fig.* 3 et 4), dont l'une (*fig.* 4) comporte un petit fuseau accessoire complètement isolé, avec un lot chromosomique à l'équateur.

Certaines figures sont caractérisées par la présence, d'un côté, de deux demi-fuseaux paraissant conditionnés par une duplication centriolaire, alors que l'autre côté de la figure achromatique est formé par un seul demi-fuseau paraissant plus élargi. La duplication centriolaire peut être

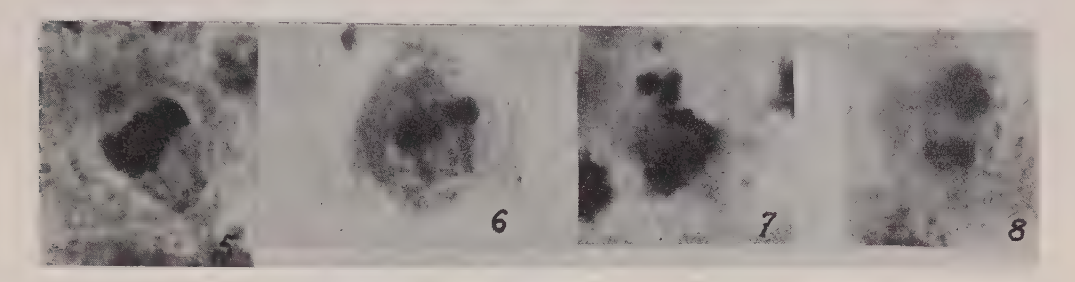


Fig. 5 et 6. — Duplication du centriole inférieur.
Fig. 7 et 8. — Duplication du centriole inférieur avec écartement des deux centrioles néoformés; les deux fuseaux centrés d'un côté sur un même centriole sont inégaux;

peu importante (*fig.* 5 et 6) ou très étendue, avec fuseaux et lots chromosomiques individualisés et inégaux (*fig.* 7 et 8). On assiste parfois à la formation de deux fuseaux équivalents pourvus chacun d'une plaque équatoriale apparemment identique (*fig.* 9). Il semble que la duplication puisse atteindre les deux centrioles primitifs et, alors, se constituent, plus ou moins séparés, deux fuseaux, généralement équivalents, situés dans une même cellule de forme allongée (*fig.* 10 et 11).

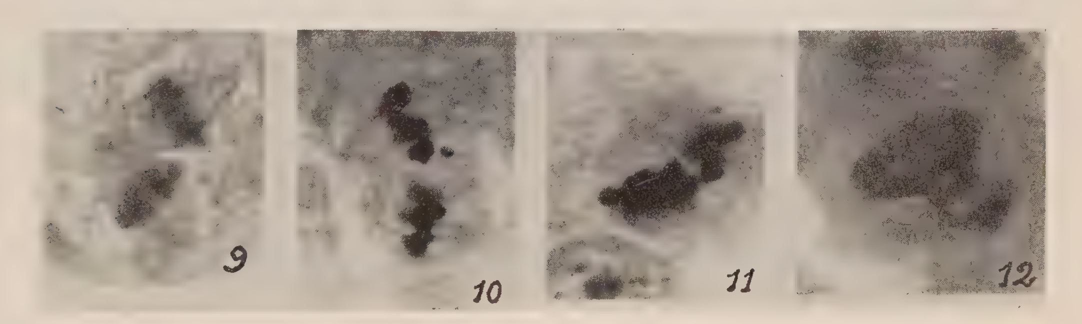


Fig. 9. — Duplication centriolaire inférieure avec deux fuseaux sensiblement équivalents.
Fig. 10 et 11. — Séparation des deux fuseaux dans le même élément; les deux fuseaux de la figure 11 sont très proches l'un de l'autre.
Fig. 12. — Mitose désordonnée et géante.

On rencontre également, dans des éléments géants, des pluripolarités complexes, à fuseaux enchevêtrés, comportant une distribution chromosomique très irrégulière (*fig.* 12).

Si de telles malformations paraissent traduire une action élective sur le fuseau ou le centriole, il existe cependant des images de ponts chromosomiques au moment de l'anaphase (*fig.* 13 et 14) ou de paquets chromosomiques aberrants (*fig.* 15 et 16).

En conclusion, on peut dire que, quel que soit le processus d'action des ultrasons, mécanique, thermique ou chimique, on ne saurait nier qu'ils ont un effet mitoclasique certain avec, apparemment, un maximum d'action sur la figure achromatique.

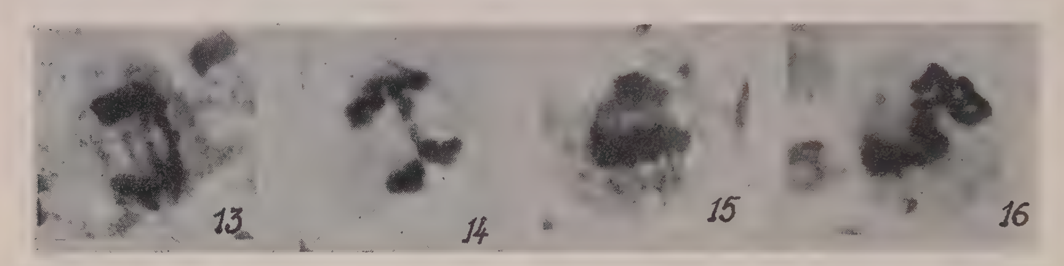


Fig. 13 et 14. — Ponts chromosomiques à l'anaphase.

Fig. 15. — Lot chromosomique aberrant accroché au fuseau.

Fig. 16. — Lot chromosomique extrafusorial rattaché par un pont à la plaque équatoriale de la mitose normale.

(1) F. Fanucchi et L. Bussi, *Scutti ital. Radiol.*, 1943.

(2) F. Fanucchi et L. Bussi, *Biologica latina*, 2, 1949, p. 724.

(3) F. Fanucchi et L. Bussi, *Biologica latina*, 2, 1949, p. 202-207.

(4) A. Allegranza et G. C. Scaltrini, *Biologica latina*, 3, 1950, fasc. 3, p. 377.

(5) D. Fiandesio, *Inst. radiol. univ. Torino, Ultrasuoni in medicina*, 3-4, 1951.

(6) S. Rocca-Rossetti, *Monit. zool. ital.*, 60, suppl. (octobre 1951), p. 284-298.

(7) G. G. Selman, *Exper. cell res. U. S. A.*, 3, n° 4, 1952, p. 656-674.

(8) Ch. Bonhomme et R. Pourhadi, *C. R. Soc. Biol.* (Montpellier), 151, n° 5, 1957, p. 960.

(9) M. Mascré et G. Deysson, *Biol. méd.*, 40, n° 5, 1951, p. 323-376.

(10) *Exposés actuels de Biologie cellulaire*, Masson, Paris, 1956.

BIOLOGIE MARINE. — *Comparaison de fertilité élémentaire entre les bassins sud-est et sud-ouest de la Méditerranée.* Note de M. **Francis Bernard**, présentée par M. Louis Fage.

La croisière de la *Calypso* (juillet 1955) a fourni de l'eau de mer en 29 stations, depuis Marseille jusqu'à la Grèce. Les plus intéressantes, situées dans une région pratiquement inconnue quant au plancton microscopique, sont les stations 13 à 24, entre la Sicile et la Crête. La moyenne de ces 12 stations, de 0 à 2 500 m, est comparée ici avec celle de 12 stations du bassin occidental, choisies également de fin juin à fin juillet et toutes au Sud du parallèle 40° N :

Stations 4 à 7 de la *Calypso*, entre la Sardaigne et Bizerte; cinq stations à 25 milles des côtes algériennes, d'Oran à Bougie, par des escorteurs de la Marine nationale (1950-1953); et trois stations entre 30 et 50 milles du rivage, sur les méridiens de Bougie, Philippeville et La Calle (*Président Théodore Tissier*, 1950).

Tableau I.

Moyenne générale des résultats, de 0 à 2 500 m, pour 12 stations du bassin sud-ouest et 12 stations du bassin sud-est, en juillet.

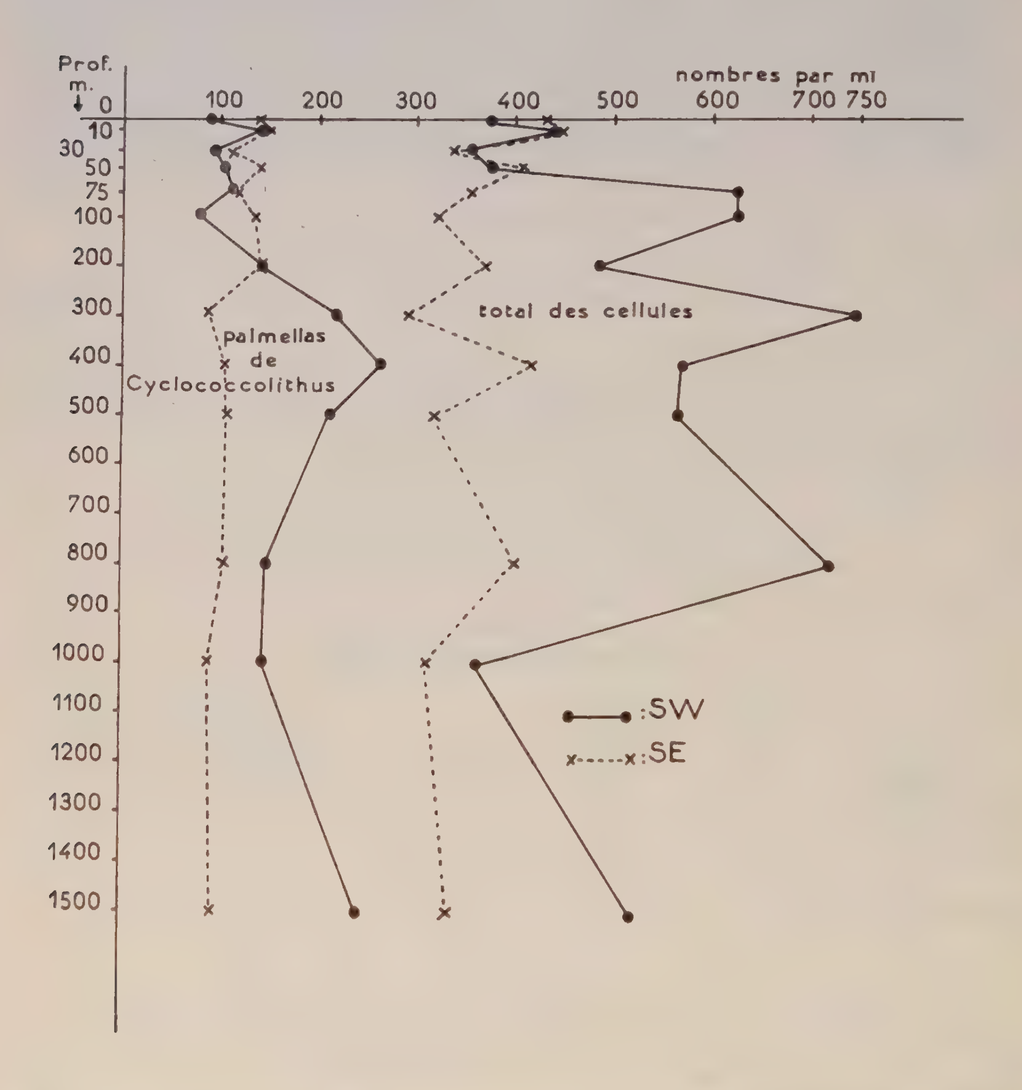
Nombres de cellules par millilitre.

Région.	Palmellas de *Cyclo-coccolithus*.	Petits Flagellés nus.	*Exuviella*.	Rapports caractéristiques. *Syracosphæraceæ* / *Coccolithaceæ*	*Nostoc* / petits Flagellés
Sud-Ouest	194	255	4,3	9,7 %	38 %
Sud-Est	110	152	71,0	27,8 %	62 %
Rapport $\frac{\text{Sud-Est}}{\text{Sud-Ouest}}$	0,57	0,60	16,6	2,9	1,64

Les Unicellulaires ont été dénombrés par sédimentation de l'eau formolée, au microscope inversé. Dans l'ensemble, le bassin oriental, très au large de la Lybie et de la Crête, se montre à peine moins riche en Flagellés que le bassin occidental (1/5e à 1/3 de cellules en moins par millilitre selon les lieux). La composition quantitative révèle, comme au large de l'Algérie, une prédominance constante en volume des stades palmelloïdes de *Cyclococcolithus*, faisant 60 à 85 % du volume total de phytoplancton. Les principales différences entre les deux bassins portent sur les Coccolithophorides de la famille des Syracosphæraceæ (deux à quatre fois plus nombreux et plus variés à l'Est), sur les Dinoflagellés *Exuviella* (16 fois plus abondants à l'Est, avec un remarquable maximum de 1414 cellules/ml

à 800 m, très au Nord-Nord-Ouest de Benghasi (station 16). Enfin, le tableau I montre une plus grande fréquence des Myxophycées (*Nostoc* sp.) par rapport aux petits Flagellés nus de taille analogue, ces derniers étant deux fois plus communs à l'Ouest qu'à l'Est.

La figure et le tableau ci-joints se passent de longs commentaires. On notera pourtant la fertilité inattendue des couches profondes. Entre 300



et 500 m, la densité des Flagellés est trois fois plus grande vers l'Algérie que vers la Lybie, sans doute à cause de courants locaux plus nutritifs. Pour des raisons analogues probablement, les niveaux 800 et 2 500 m sont souvent riches dans le bassin oriental. Encore à la station 16, au large de Benghasi, on observe à 2 500 m une prolifération étonnante de *Cyclococcolithus fragilis* (Lohm.), avec 738 cellules/ml (or, dans la zone orientale, la moyenne de la couche euphotique est seulement de 134 cellules, et les maximums dans cette couche dépassent rarement 400).

En conclusion, nos résultats confirment la fertilité des eaux profondes, au moins dans certaines couches, pour tout le Sud méditerranéen. Il convient de noter ici, dans le bassin oriental, l'extrême abondance de sable corrodé saharien en supension ([1]), et d'autres comparaisons pourront être trouvées dans les publications sur la Méditerranée ([2]) ([3]) et sur la mer Morte ([4]), que nous avons trouvée également riche en *Exuviella* et en *Cyclococcolithus*.

([1]) *Rev. Géogr. physique et Géologie dynamique*, 2, 1959 (sous presse).
([2]) *Rapp. et P. V. Cons. Intern. Explor. de la mer*, 144, 1958, p. 103-108.
([3]) *Comptes rendus*, 247, 1958, p. 2045.
([4]) *Comptes rendus*, 245, 1957, p. 1754.

GÉNÉTIQUE. — *Aberrations chromosomiques et maladies humaines. La polydysspondylie à 45 chromosomes.* Note de MM. **Raymond Turpin**, **Jérome Lejeune**, **Jacques Lafourcade** et Mlle **Marthe Gautier**, présentée par M. Léon Binet.

L'analyse des cellules somatiques d'un enfant atteint de malformations multiples de la colonne vertébrale révèle la présence de 45 chromosomes. L'hypothèse d'une fusion d'un grand télocentrique T_1 et du petit télocentrique v_1 (manquant) est envisagée.

Ainsi que le démontre l'anomalie chromosomique du Mongolisme (Lejeune, Gautier, Turpin) [1], [2], la présence d'un autosome supplémentaire peut être compatible avec la survie et même, parfois, avec la reproduction.

La possibilité d'existence d'autres anomalies chromosomiques nous a conduits à examiner systématiquement les chromosomes d'enfants anormaux. C'est ainsi que nous avons observé la présence de 45 chromosomes seulement chez un enfant atteint de malformations vertébro-costales avec troubles du développement.

Observations clinique et radiologique. — La malformation (polydysspondylie) intéresse trois territoires rachidiens :

— cervical (pincement de l'interligne C_3-C_4 et fusion des arcs postérieurs de ces vertèbres; rachischisis de C_5);

— dorsal (pincement des interlignes D_1-D_2 et D_2-D_3, cette dernière vertèbre étant réduite à son hémicorps droit, avec absence de la troisième côte gauche; les lames et les épineuses de ces trois vertèbres sont fusionnées);

— sacré : hémi-lombalisation gauche de S_1.

Par ailleurs on note un élargissement modéré du canal rachidien dans la région cervico-dorsale et la fermeture de la selle turcique, sans doute par ossification du ligament interclinoïdien.

Comparé aux valeurs conventionnelles il existe un net retard du développement somatique : à 4 ans 1/2 ce garçon pèse 12,200 kg et mesure 0,92 m (au lieu des valeurs moyennes : 16 kg et 1 m). Son tour de tête est de 46,5 cm (au lieu de 49). Mais le père et la mère (normaux) mesurent respectivement 1,63 et 1,49 m; et la sœur normale elle aussi, pèse à 6 ans 16,200 kg et mesure 1,06 m seulement.

Enfin le quotient intellectuel ($Q_i = 0,89$) révèle un retard léger mais réel, bien qu'il faille tenir compte des difficultés de langage et de l'instabilité de l'enfant.

Examen chromosomique. — L'utilisation de la méthode de culture de fibroblastes et d'analyse chromosomique précédemment décrite (Lejeune, Turpin et Gautier) [4] a permis de décompter régulièrement dans les cellules de cet enfant 45 chromosomes, au lieu du nombre normal de 46. Les

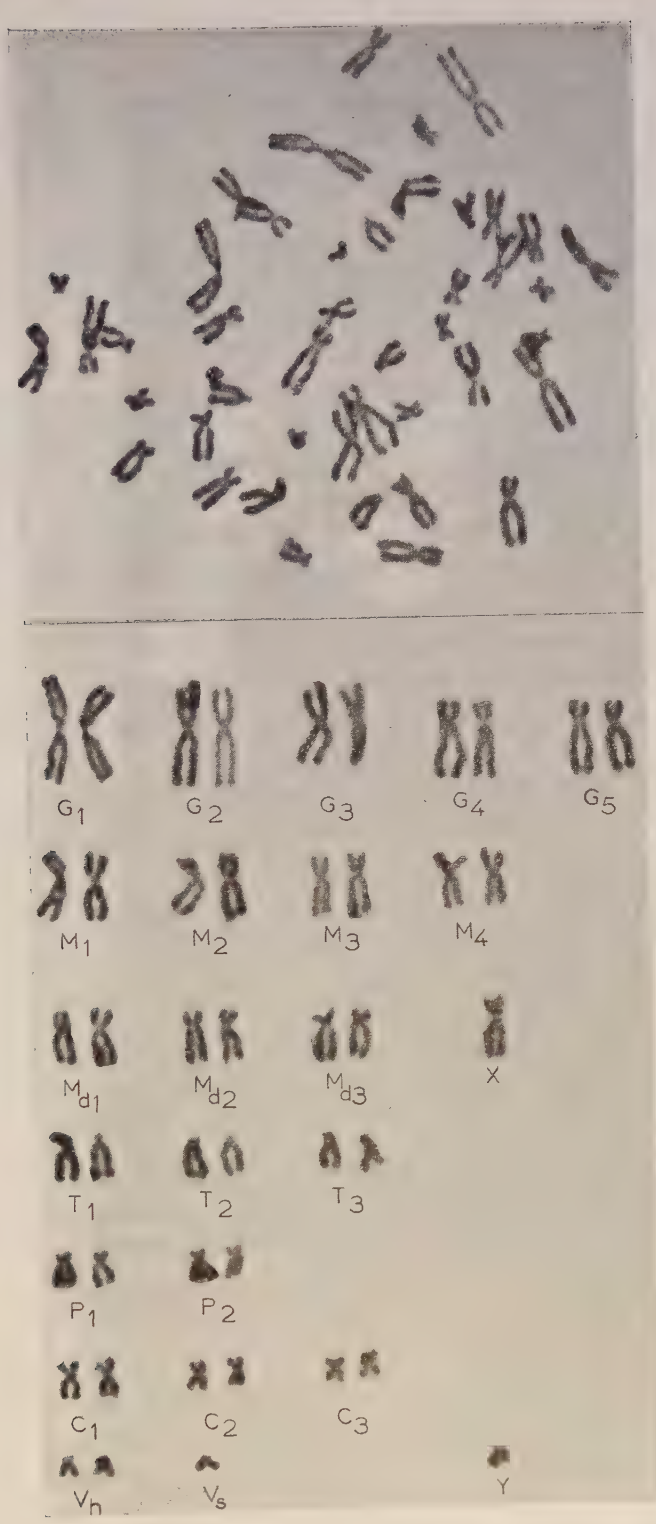


Fig. 1. — Cellule et caryotype d'un cas de polydysspondylie à 45 chromosomes (remarquer le prolongement anormal du premier télocentrique T_1, et l'absence d'un v_s).

résultats concordants de trois biopsies différentes sont résumés ci-dessous, seules les cellules « parfaites » (Lejeune, Gautier et Turpin) ([2]) étant prises en considération.

	Comptage sur dessins.			Photos et caryotype.			
	44.	45.	46.	44.	45.	46.	Total.
Biopsie du 15 janvier 1959 (côté gauche)	–	7	–	–	5	–	12
Biopsie du 20 mai 1959 (côté gauche)	–	5	–	–	4	–	9
Biopsie du 20 mai 1959 (côté droit)	–	6	–	–	5	–	11
		18			14		32

Ces 33 cellules et, plus précisément, les 14 caryotypes révèlent l'absence d'un petit télocentrique du type v_s, les groupes G, M, M_d, P et C étant morphologiquement normaux (*cf.* Lejeune, Turpin, Gautier) ([3]).

L'hypothèse d'une absence du v_s par non-disjonction pourrait être envisagée si l'on ne constatait régulièrement sur l'un des télocentriques, T_1, la présence d'un petit segment fortement coloré au lieu et place des petits bras hétérochromatiques habituels (*fig.* 1, T_2 et T_3).

Ces deux constatations, absence d'un v_s et présence d'un segment anormal sur un T_1, évoquent un remaniement chromosomique [fusion centromérique de ces deux chromosomes (?)].

Au total, il s'agit d'une anomalie certaine (45 chromosomes au lieu de 46) résultant peut être d'un remaniement, avec ou sans perte de substance chromosomique.

Il semble plausible que l'anomalie chromosomique soit la cause du syndrome clinique, mais aucune démonstration directe de ce fait ne peut être actuellement apportée.

([1]) J. Lejeune, Mlle M. Gautier et R. Turpin, *Comptes rendus*, 248, 1959, p. 602.
([2]) J. Lejeune, Mlle M. Gautier et R. Turpin, *Comptes rendus*, 248, 1959, p. 1721.
([3]) J. Lejeune, R. Turpin et Mlle M. Gautier, *Bull. Acad. Nat. Méd.*, 143, nos 11 et 12, 1959, p. 256-265.
([4]) J. Lejeune, R. Turpin et Mlle Gautier, *Annales de Génétique*, no 2, 1959.

(*Chaire d'Hygiène et Clinique de la 1re Enfance et Institut de Progénèse, Faculté de Médecine, Paris.*)

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Action de la chlorpromazine sur l'activité métabolique des acides nucléiques de cellules tumorales et de leurs mitochondries.* Note de MM. **Albert-Jean Rosenberg**, **David Szafarz** et **Lucien Wyssmann**, présentée par M. Jacques Duclaux.

La chlorpromazine, injectée dans la cavité intrapéritonéale d'un rat porteur d'hépatome ascitique, bloque l'activité métabolique de l'ADN des cellules néoplasiques, tandis qu'elle ne touche que faiblement le renouvellement de l'ARN. Dans l'ARN des mitochondries d'un épithélioma atypique de rat, l'incorporation *in vitro* de ^{32}P est inhibée de manière plus importante.

La chlorpromazine inhibe la glycolyse aérobie et anaérobie des cellules d'un hépatome ascitique de rat ([1]) et empêche le développement de ce même hépatome *in vivo* ([2]). En inhibant la glycolyse, qui constitue une source d'énergie indispensable à l'activité synthétique intense de la cellule néoplasique, nous avons étudié l'action de cette substance sur le métabolisme des acides nucléiques, dont l'intervention dans tous les processus de croissance et de synthèse est bien connue. Nous avons examiné en particulier l'importance de cette action sur les deux types d'acides nucléiques (ribonucléique) ARN et (désoxyribonucléique) ADN, en fonction du temps après l'injection de l'inhibiteur, dans le cas de l'hépatome expérimental adapté à la croissance ascitique *in vivo*, et sur l'ARN des mitochondries d'un épithélioma atypique (épithélioma T 8 de Guérin) en fonction de sa concentration.

Les détails techniques seront donnés dans une publication ultérieure. Pour les expériences sur les cellules ascitiques, la chlorpromazine a été injectée en une fois à la dose de 5 mg dans la cavité intrapéritonéale au moment de l'activité mitotique maximale. Après des intervalles de temps variables, on a injecté une solution d'orthophosphate radioactif, dont on mesure ensuite l'incorporation dans l'ARN et l'ADN après séparation et purification. Quant aux expériences *in vitro* sur les mitochondries isolées, nous mesurons l'incorporation dans l'ARN en fonction de la concentration de chlorpromazine dans le milieu d'incubation.

Nous avons rassemblé dans le tableau I l'essentiel des résultats relatifs aux expériences *in vivo* sur l'hépatome ascitique. Les taux de renouvellement des deux acides nucléiques, ARN et ADN, ont été comparés à ceux obtenus pour un témoin non traité à la chlorpromazine, et qu'on pose égaux à l'unité.

On constate que, aussi bien 2 h que 16 h après l'injection de chlorpromazine, l'inhibition est plus forte pour l'ADN (68 et 51 %) que pour l'ARN global (30 et 40 %). A partir de 22 h, la chlorpromazine n'a presque plus d'effet sur l'activité métabolique de l'ARN et après 28 h, elle est pratiquement redevenue normale; tandis que l'ADN semble avoir un taux de renouvellement plus élevé (120 %) que le témoin déjà après 22 h.

TABLEAU I

Taux de renouvellement des acides nucléiques à différents intervalles après l'injection de chlorpromazine.

Heures.	ADN.	ARN.
0	1,00	1,00
2	0,32	0,70
16	0,49	0,60
22	1,20	0,89
28	–	0,98

TABLEAU II.

Taux de renouvellement de l'ARN des mitochondries en fonction de la concentration de chlorpromazine.

Concentration de chlorpromazine.	Renouvellement de l'ARN.
0	1,00
5.10^{-4} M	0,51
2.10^{-3} M	0,14
1.10^{-2} M	0,04

L'incorporation de ^{32}P dans les acides nucléiques étant probablement due pour la majeure partie à leur synthèse, l'action de la chlorpromazine *in vivo* se manifeste donc par un blocage rapide et important de la division cellulaire (ADN) et une inhibition plus faible de la synthèse d'ARN. Cet effet est probablement secondaire à l'inhibition de la glycolyse.

La chlorpromazine inhibe l'activité mitotique du noyau, tandis que la synthèse des protéines, dans la mesure où elle dépend de l'activité de l'ARN, n'est que plus faiblement touchée. On pourrait donc admettre que nous avons dans la chlorpromazine une substance capable de dissocier l'activité mitotique et la synthèse protéique.

Mais il ressort aussi de nos résultats que l'action de la chlorpromazine est fugace, son inactivation et son élimination par l'organisme se faisant très rapidement. Ceci confirme les observations antérieures [2], selon lesquelles l'injection de faibles quantités une fois en 24 h n'a pas d'effet sur le développement de l'ascite.

D'autre part, il nous a paru intéressant d'étudier cet effet de la chlorpromazine dans un organite n'ayant comme source d'énergie que les phosphorylations oxydatives, à savoir les mitochondries isolées d'un épithélioma atypique de rat. Nous avons étudié parallèlement la pénétration de l'orthophosphate dans les mitochondries et son incorporation dans leur ARN.

En ce qui concerne la perméabilité, on constate que l'inhibiteur a un effet diphasique : aux faibles concentrations (jusque 2.10^{-3} M), il active

la pénétration de l'orthophosphate au travers de la membrane mitochondriale, avec un maximum d'activation à 5.10^{-4} M (+ 73 %); aux concentrations supérieures, au contraire, il l'inhibe de plus en plus.

Quant à l'incorporation de ^{32}P dans l'ARN, le tableau II montre, comme dans le cas *in vivo*, mais de manière bien plus importante, la chlorpromazine inhibe le renouvellement de l'acide nucléique, bien que celui des nucléotides acidosolubles ne soit pas affecté, quelle que soit la concentration de chlorpromazine. Il semble donc que cette dernière empêche la polymérisation des précurseurs de l'ARN par son action primaire de découplage des phosphorylations oxydatives.

La chlorpromazine a donc une action quantitativement différente sur l'incorporation de ^{32}P dans l'ARN dans le cas d'une particule subcellulaire comme la mitochondrie et dans celui d'une cellule entière. Cette différence pourrait être due à la teneur relativement faible de la mitochondrie en ARN et au fait qu'elle est le siège exclusif de la respiration.

(1) A. Andrejew et A. J. Rosenberg, *C. R. Soc. Biol.*, 151, 1957, p. 237.
(2) A. Andrejew et A. J. Rosenberg, *C. R. Soc. Biol.*, 151, 1957, p. 320.

(*École Pratique des Hautes Études, Laboratoire des Nucléoprotéides, et C. N. R. S., 13, rue Pierre-Curie, Paris, 5e.*)

PHARMACODYNAMIE. — *Sur de nouveaux éthers polyhydroxylés de quelques phénols. Étude chimique et pharmacologique.* Note de MM. **Jean Cheymol**, **Pierre Chabrier** et Mme **Jacqueline Seyden-Penne**, présentée par M. Léon Binet.

Les auteurs préparent de nouveaux éthers-oxydes de quelques phénols et du pentaérythritol dont ils étudient quelques propriétés pharmacodynamiques qu'ils comparent à celles du crésoxypropanediol.

L'orthocrésoxypropanediol (I) possède des propriétés pseudocurarisantes attribuées à une action médullaire dépressive.

Nous nous sommes proposé de préparer de nouveaux éthers hydroxylés de phénols (II) susceptibles de posséder un pouvoir du même ordre en remplaçant le radical glycéryl par le radical pentaérythrityl (III).

(I) : CH_3 (ortho) — φ —$OCH_2CHOHCH_2OH$

(II) : X— φ —$OCH_2C(CH_2OH)_3$

(III) : —$CH_2C(CH_2OH)_3$

Bien que la monobromhydrine (IV) du pentaérythritol décrite par Beyaert et Hansens [1] soit d'un accès facile, elle ne permet pas de préparer les éthers (II). En effet, quelles que soient les conditions opératoires choisies, le phénate alcalin agit sur (IV) pour conduire à l'oxétanne (V), de même si l'on opère en présence de pyridine.

Si l'on part du dérivé acétylé (VI) on obtient quantitativement l'acétate de phényle et l'oxétanne.

(IV) : $BrCH_2C(CH_2OH)_3$

(V) : $O\langle(CH_2)_2\rangle C(CH_2OH)_2$

(VI) : $BrCH_2C(CH_2OCOCH_3)_3$

Toutefois les éthers (II) s'obtiennent dans de bonnes conditions en faisant réagir l'oxétanne (V) préparé selon la méthode de Pattison [2] sur le phénate de potassium en milieu aqueux en tube scellé à 190-200°. Les éthers sont purifiés, soit par recristallisation dans le benzène ou l'eau, soit par distillation sous vide poussé.

Ce sont des substances cristallines solubles dans les alcools méthylique et éthylique, le chloroforme, le dioxane, l'eau à chaud et le benzène à chaud, peu solubles dans l'eau et le benzène à température ordinaire.

Dans le tableau ci-après nous portons les constitutions de six de ces éthers. Nous en avons étudié quelques propriétés pharmacodynamiques comparativement à celles du crésoxypropanediol : toxicité, pouvoir paralysant musculaire, action sédative médullaire. Bien que ne pouvant être considérés comme des curarisants puisque agissant non au niveau de la plaque

motrice, mais du neurone intercalaire bulbomédullaire, leur action relaxante peut être appréciée sur la chute de la tête du Lapin ([3]).

Quant à leur action sédative médullaire, elle a été recherchée par les effets antistrychnine, appréciation de la dose intrapéritonéale protégeant 50 % des souris recevant par la même voie 15 mn plus tard une dose 100 % mortelle (DL 100) de sulfate de strychnine ([4]). L'observation de la survie étant notée 1 h après l'injection de strychnine.

La DL 100 de sulfate de strychnine par voie intrapéritonéale entraînant la mort en 10 mn est de 2,5 mg/kg.

$Ar-OCH_2.C.(CH_2OH)_3$.

N° conventionnel.	Ar =	F (°C).	Toxicité DL 50 (i/v) Souris (mg/kg).	Chute de tête Lapin (mg/kg).	Protection dose mortelle strychnine (mg/kg) Souris.
1500 H. C.	C_6H_5-	89	550	242	–
1501 H. C.	$o-CH_3.C_6H_4-$	110	310	60	250
1502 H. C.	$m-CH_3.C_6H_4-$	53	280	–	–
1503 H. C.	$p-CH_3.C_6H_4-$	89	470	133	400
1504 H. C.	$o-Cl.C_6H_4-$	66	210	73	>180
1505 H. C.	$o-CH_3O.C_6H_4-$	83	610	214	>600
Crésoxy propanediol.	–	70	175	45	125

L'examen du tableau nous montre, que sans avoir l'activité du crésoxypropanediol ces corps ne sont pas dépourvus d'intérêt. Deux d'entre eux, 1501 et 1503 H. C., ont des rapports de doses (activité/toxicité) plus favorables que l'étalon choisi aussi bien au point de vue relaxant musculaire que sédatif médullaire.

(1) M. Beyaert et M. Hansens, *Naturw. Tidschr.*, 22, 1940, p. 249.

(2) D. Pattison, *J. Amer. Chem. Soc.*, 79, 1957, p. 3455.

(3) Pour les détails techniques (*voir* J. Cheymol, *Thérapie*, 12, 1957, p. 321-356).

(4) A l'exception du 1505 H. C. soluble dans l'eau, le crésoxypropanediol et les cinq autres corps sont dissous dans un mélange de : urée, 60 g; éthanol à 90°, 52 ml; eau distillée q. s. p. 400 ml; mélange dont la toxicité et les effets propres ont été recherchés.

(*Laboratoire de Pharmacologie, Faculté de médecine, Paris.*)

MICROBIOLOGIE. — *Intervention bactérienne dans la dégradation des temples d'Angkor (Cambodge).* Note (*) de MM. **Jacques Pochon**, **Pierre Tardieux**, Mmes **Jacqueline Lajudie** et **Madeleine Charpentier**, présentée par M. Jacques Tréfouël.

Au niveau de certaines lésions des pierres des temples Khmer, caractérisées par leur haute teneur en sulfates, des *Thiobacillus* ont été mis en évidence, pouvant jouer un rôle dans leur genèse.

Le rôle de micro-organismes dans certains phénomènes de dégradation des pierres des monuments a déjà été mis en évidence par l'un de nous [1]; il s'agit de lésions caractérisées par leur aspect (à une certaine profondeur sous une couche superficielle qui peut être apparemment saine), par leur type chimique (haute teneur en $CaSO_4$) et par leur localisation (zones maintenues presque constamment humides). Au niveau de ces lésions on trouve des *Thiobacillus*, oxydant les composés réduits du soufre en sulfates. Ces constatations avaient été faites sur pierre calcaire, sous climat tempéré humide (surtout bassin parisien), en zones urbaine et agricole.

Des lésions, de types variés, ayant été notées sur les temples Khmer d'Angkor, l'analyse chimique et bactériologique de prélèvements nous a permis des constatations très précises [2].

Ces prélèvements, après broyage aseptique, ont été ensemencés dans un milieu salin, sans carbone organique, sous atmosphère contenant un peu de H_2S (dont l'oxydation doit fournir aux *Thiobacillus* l'énergie nécessaire pour la réduction et l'utilisation de CO_2 et des carbonates). Après un mois de culture à 28°, les tubes sont testés pour la présence de $SO_4 =$ ($BaCl_2$ en milieu chlorhydrique) et examinés au microscope pour recherche bactérienne. Enfin, dans tous les prélèvements, ainsi que dans un témoin (grès sain), nous avons dosé $CaSO_4$ (méthode de Fiske à la benzidine).

Le grès témoin ne contient que très peu de sulfates (1,3 mg/g) et une quantité assez importante de carbonates; il ne donne aucune culture de Thiobacilles.

Les autres prélèvements peuvent être classés en deux groupes :

a. Teneur en $CaSO_4$ élevée (de 45 à 90 mg/g); présence de Thiobacilles dans les cultures, caractérisés par leur morphologie et la formation de $CaSO_4$ dans le milieu.

b. Teneur en $CaSO_4$ faible (4 mg/g); absence de Thiobacilles et de formation de $CaSO_4$ dans les cultures.

Au premier groupe correspondent des lésions caractérisées par une zone pulvérulente sous parement de grès se détachant par plaques entières; des lésions destructrices de statues qui semblent « fondre » littéralement.

Au second groupe correspondent des lésions caractérisées par une mince couche noire superficielle.

Les lichens et mousses prélevés sur pierre intacte ne semblent pas contenir de Thiobacilles.

S'il est encore difficile, au stade actuel de nos recherches, de décrire entièrement un mécanisme d'attaque de la pierre (origine du soufre réduit ?), il est cependant vraisemblable que, sur grès d'Angkor, comme sur calcaire de la région parisienne, les micro-organismes interviennent dans la détermination de certains types précis de lésions.

(*) Séance du 15 juin 1959.

(1) *Comptes rendus*, 223, 1946, p. 695; 226, 1948, p. 188; 228, 1949, p. 348; 231, 1950, p. 1584; *Chimie et Industrie*, 65, 1951, p. 496.

(2) Recherches effectuées sur la demande de M. R. Triau, directeur de l'Institut Pasteur du Cambodge, qui a fait les prélèvements et nous les a adressés.

VIROLOGIE. — *Purification partielle du facteur viral induisant les tumeurs provoquées artificiellement chez* Pieris brassicæ (*Insecte lépidoptère*). Note (*) de Mlle **Colette L'Hélias**, présentée par M. Pierre-P. Grassé.

Dans une série d'expériences (1), il a été possible de déterminer artificiellement la formation de tumeurs chez *Pieris brassicæ*. Les mélanomes n'apparaissent que dans des conditions bien déterminées qui sont la déficience de l'hormone de métamorphose d'une part (en l'occurrence l'état de diapause hivernale), et d'autre part l'apport en excès de facteurs de croissance d'une nature voisine des facteurs photosensibles identifiés dans le cerveau (2). Le mécanisme d'action de ce complexe facteur de diapause + hormone de différenciation bloquée ou à action déviée peut être envisagé selon trois voies différentes :

1° L'acide folique provoque la formation de nodules mélaniques;

2° La substance chimique peut avoir réactivé un virus latent, intégré à son hôte, peut-être sous la forme de provirus;

3° Le facteur de croissance + le facteur de diapause paralysant la régulation de la croissance ont provoqué un remaniement des microsomes et l'apparition de particules envahissantes par une réaction en chaîne cancérigène.

L'ultrafiltration sur bougie 5 L 5 de broyats d'animaux porteurs de tumeurs (ayant subi une injection d'acide folique un mois auparavant) permet d'éliminer la première hypothèse. Les hôtes injectés avec le filtrat ont succombé 3 semaines à 2 mois après, porteurs de nouvelles tumeurs. Il s'agirait donc d'un virus transmissible. La distinction entre un virus latent et la formation spontanée d'un virus cancérigène est plus malaisée à établir. L'ultracentrifugation a permis d'isoler divers éléments cellulaires qui, réinjectés à de nouvelles chrysalides, ont pu révéler la fraction cellulaire infectieuse (3). Ces dernières ont reçu tantôt des centrifugats de chrysalides témoins, qui avaient été injectées d'une solution de saccharose, tantôt les broyats de chrysalides traitées à l'acide folique un mois auparavant et qui présentaient un syndrome de cancérisation avancé. A l'encontre des témoins, les animaux traités avec des broyats de tumeurs artificielles succombent, dans un espace de 3 semaines à 2 mois, à de nouvelles tumeurs. Les premiers décès sont dus sans doute à des bactéries, à la suite d'une contamination possible du prélèvement par le contenu du tube digestif. De toutes façons, ces infections se déclarent presque immédiatement.

Si l'on examine les fractions soumises à de grandes accélérations, où les bactéries ont été éliminées, on constate que : 1° seules les chrysalides traitées donnent des tumeurs; 2° l'apparition de ces tumeurs suit une courbe ascendante, il y a enrichissement de l'activité infectieuse; 3° l'acti-

vité infectieuse à 26 000 g paraît égale dans le surnageant et le culot, ce qui semble prouver qu'on approche du sommet de la courbe en cloche. Le nombre d'animaux éprouvés est trop faible pour qu'on puisse conclure de façon absolue sur ce point. Mais à cette vitesse de centrifugation, les microsomes sont rassemblés; il ne peut donc s'agir que d'un virus; 4° les résultats d'injection de centrifugats très infectieux à la fin du 4ᵉ mois de la diapause apportent une preuve supplémentaire de la compétition des deux séries de réactions métamorphogène ou cancérigène. Une variation dans le rapport

$$\frac{\text{hormone de croissance} + \text{acide folique}}{\text{facteur de diapause}}$$

provoque un résultat très net. En effet, 5 jours après l'injection, on constate l'éclosion d'un papillon. Dans ce cas, le facteur de diapause n'a plus eu d'action, seul l'acide folique est entré en jeu pour activer le cerveau et la glande prothoracique et déclencher la métamorphose qui précède de plus d'un mois celle des témoins. Dans les 24 autres chrysalides, le facteur de diapause qui a perdu de sa puissance gêne cependant encore la métamorphose. Seuls la tête et le thorax adultes se forment. Le facteur de diapause paraît se concentrer dans l'abdomen qui reste larvaire et présente des mélanomes identiques à ceux obtenus en hiver. Le facteur de diapause qui devrait peut-être s'accumuler dans les tubes de Malpighi se trouve encore en quantité trop forte pour que la réaction soit normale et provoque les deux réactions en même temps, métamorphose d'un côté, près des organes qui sécrètent les hormones de croissance et cancérisation de l'autre, près des tubes de Malpighi qui attirent le facteur de diapause en excédant pour l'éliminer mais se trouvent saturés.

Les acides nucléiques de ces centrifugats ont été étudiés par mesures spectrophotométriques après extraction et fractionnement par la technique de Ceriotti. Chez les témoins, la teneur en acides nucléiques se maintient constante pendant toute la diapause hivernale, et une nouvelle synthèse de l'acide désoxyribonucléique (ADN) n'apparaît qu'au moment où la métamorphose s'amorce au 5ᵉ mois, le rapport ARN/ADN passe de 0,8 à 1 pour le broyat total. Les chrysalides traitées ne présentent pas de variations notables de ce rapport, cependant l'augmentation de l'ADN dans le culot à 1000 g est marquée dès le 1ᵉʳ mois. Elle se trouve compensée par l'augmentation légère du surnageant si bien que le rapport ARN/ADN n'est pas modifié. Les broyats de chrysalides traitées soumis à de grandes accélérations montrent des variations beaucoup plus frappantes. Les acides nucléiques des dernières fractions soumis à une accélération de 26 000 g subissent une augmentation de 200 à 300 %. Les rapports ARN/N et ADN/N montrent de manière frappante une augmentation beaucoup plus forte dans les fractions lentes que dans les fractions à sédimentation rapide. L'augmentation de ces dernières fractions prouve qu'il y a une

synthèse très active de l'ARN et l'ADN par les animaux traités par le facteur inducteur de tumeur à ce niveau, ce qui est en faveur d'un détournement des éléments de croissance normale au profit d'éléments cancérigènes. Cette localisation de l'activité infectieuse se situant autour d'une zone de sédimentation de 26 000 g et l'augmentation parallèle de la synthèse de l'ARN et de l'ADN à ce niveau viennent renforcer l'hypothèse de la formation artificielle d'un virus, peut-être par remaniement des éléments cytoplasmiques, à partir des « microsomes » détournés de leur fonction de synthèse d'un acide nucléique normal.

Des mélanomes spontanés chez les Drosophiles ont été décrits par Stark et Russel. F. Friedman, L. Burton et H. K. Mitchell ont pu isoler un facteur de tumeur par ultracentrifugation de Drosophiles porteuses de mélanomes. Les caractéristiques de ce facteur font aussi penser à un virus; virus lié à une déficience de l'hormone de métamorphose, comme dans les Piérides dont la glande de Toyama est inhibée par le facteur de diapause, puisque Burdette (1954) observe que l'apparition de ces tumeurs a lieu dans une souche de Drosophiles à anneau de Weissmann déficient dont les mélanomes diversement localisés apparaissent surtout dans des pupes incapables de continuer leur métamorphose. Si l'on peut parler de multiplication de particules à haute teneur en ARN et ADN, peut-on parler d'autoduplication de particules cytoplasmiques ou d'un virus latent ?

La seule conclusion, possible pour le moment, est que dans les conditions réalisées, c'est-à-dire présence simultanée d'un facteur de croissance surabondant, l'acide folique, et d'un facteur de diapause inhibant l'hormone de métamorphose, on provoque l'apparition de particules cytoplasmiques infectieuses capables de retransmettre des tumeurs.

(*) Séance du 15 juin 1959.
(1) C. L'Hélias, *Comptes rendus*, 240, 1955, p. 1114; 244, 1957, p. 1678.

La séance est levée à 15 h 45 m.

L. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus pendant les séances de mai 1959.

(*Suite.*)

Cinq parasitologistes méconnus, par P. Huard et Jean Théodoridès. Extrait de la *Biologie Médicale*, numéro hors série, 1959, Paris; 1 fasc. 24 cm.

Some examples of french aeronautical research Wright brothers memorial lecture 1958, by Maurice Roy. Reproduction avec l'autorisation du *Journal of the aeronautical Sciences* de la conférence prononcée à Washington, Cleveland, Dallas, Los Angeles en 1958; 1 fasc. 27 cm.

Akademia navouk Belaruskai narys gistoryi i Dzeinasch (Académie des sciences de Bielorussie. Essai d'histoire), par V. F. Kouprevitch. Minsk, 1958; 1 vol. 23cm.

Institut energetiki Akademii nauk BSSR. *Polouprovodnikovye termosoprotivlenija*, par I. F. Volochin, A. S. Kasperovitch, A. G. Chachkov. Minsk, Éditions de l'Académie des sciences de Bielorussie, 1959; 1 vol. 23 cm.

Université de Paris. Les conférences du Palais de la Découverte. Série A, n° 246 : *Mouvements et observations des satellites artificiels*, par Paul Muller. — n° 247 : *Lumière du ciel nocturne*, par Jean Dufay. — n° 248 : *Les modifications expérimentales du développement sexuel de l'embryon des mammifères*, par Albert Raynaud. — Série D, n° 59 : *Gabriel Cramer* (1704-1752) *et ses correspondants*, par Pierre Speziali. — n° 61 : *Les concepts de lutte pour l'existence et de sélection naturelle en* 1858 : *Charles Darwin et Alfred Russel Wallace*, par Georges Canguilhem. — n° 62 : *L'école mathématique baloise des Bernoulli à l'aube du XVIII*e *siècle*, par J. O. Fleckenstein; 6 fasc. 18 cm.

Extraits de *Contributions from the Botanical Laboratory of the University of Pennsylvania*, vol. IV, n° 2 : *On the production of new cell formations in plants*, by W. Randolph Taylor. — Vol. V, n° 2 : *A morphological and cytological study of reproduction in the Genus acer*, by W. Randolph Taylor, 2 fasc. 25 cm.

A method of demonstrating the sheath structure of a Desmid, by W. Randolph Taylor, in *Transactions of the American microscopical Society*, Vol. XL, n° 2, 1921; 1 tirage à part 23 cm.

Extraits de *The American journal of Botany*. Vol. VIII, n° 10, 1921 : *The Embryogeny of Cyrtanthus parviflorus Baker*, by W. Randolph Taylor. Vol. XI, 1924 : *Cytological studies on Gasteria*. I. *Chromosome shape and individuality* et vol. XII, n° 4, 1925. II. *A Comparison of the Chromosomes of Gasteria, Aloë, and Haworthia*. Vol. XVIII, n° 5, 1931. III. *Chromosome structure during microsporogenesis and the postmeiotic mitosis*, by W. Randolph Taylor. Vol. XII, n° 4, 1925 : *The chromosome morphology of Velthemia, Allium and Cyrtanthus*, by W. Randolph Taylor. Vol. XII, 1925 : *Chromosome constrictions as distinguishing characteristics in Plants*, by W. Randolph Taylor. Vol. XIII, n° 3, 1926 : *Chromosome, Morphology in Fritillaria, Alstrœmeria,*

Silphium and other genera, by W. Randolph Taylor. Vol. XV, n° 10, 1928 : *A species of* Acrothrix *on the Massachusetts Coast*, by W. Randolph Taylor. *The Phytoplankton of some Arizona pools and lakes*, by W. Randolph Taylor, H. S. Colton, Vol. XVI, 1929 : *Notes on algae from the tropical Atlantic Ocean*, by W. Randolph Taylor. — *The marine algae of the Southwestern Peninsula of Hispaniola*, by W. Randolph Taylor, C. H. Arndt. Vol. XVII, 1930 : *Algae collected by the Hassler, Albatross and Schmitt expeditions. I. Marine algae from Brazil*, by W. Randolph Taylor. — *Note on marine algae from Sao Paulo, Brazil*, by W. Randolph Taylor. Vol. XIX, 1932 : *Notes on the* Genus Anabænopsis, by W. Randolph Taylor. Vol. XXII, 1935 : *Alpine Algae from the Santa Marta Mountains Colombia*, by W. Randolph Taylor; 15 fasc. 26 cm.

Organization of heterotypic Chromosomes, by W. Randolph Taylor, in *Science*, Vol. LVI, n° 1457, 1922; 1 tirage à part 24,5 cm.

Extraits de *The Botanical Gazette*, vol. LXXIV, n° 4, 1922 : *Recent studies of Phæophyceae and their bearing on classification*, by W. Randolph Taylor. Vol. LXXVIII, n° 2, 1924 : *The smear method for plant cytology*, by W. Randolph Taylor; 2 tirages à part 24 cm.

Bryophyte herbarium of the University of Pennsylvania, by W. Randolph Taylor, in *The Bryologist*, vol. XXVI, 1923; 1 tirage à part 24 cm.

Extraits de *Rhodora, Journal of the New England Botanical Club*, vol. 23, 1921 : *Additions to the flora of mount desert, Maine*, by W. Randolph Taylor. *Notes from the Woods hole laboratory*, 1921, by I. F. Lewis, W. Randolph Taylor. Vol. 24, 1922 : *Notes on some algae from british Columbia*, by W. Randolph Taylor. Vol. XXVI, 1924 : *Further notes on british Columbia Algae*, by W. Randolph Taylor. *The Flora of Penikese, fifty years after*, by I. F. Lewis. Vol. 29, 1927 : *Notes on some freshwater algae from New-Foundland*, by W. Randolph Taylor, John M. Fogg, Jr. Vol. 30, 1928 : *Notes from the Woods hole laboratory*, 1928, by I. F. Lewis, W. Randolph Taylor. Vol. 35, 1933 : *Notes from the Woods hole laboratory*, 1932, by I. F. Lewis, W. Randolph Taylor. *Epidemic among Zostera Colonies*, by W. Randolph Taylor. Vol. 43, 1941 : *Reappearance of rare new England marine algae*, by W. Randolph Taylor; 10 tirages à part 24 cm.

Extraits de *Hydrobiologia acta hydrobiologica, limnologica et protistologia*, vol. III, n° 2, 1951 : *Structure and Reproduction of Chrysophaeum Lewisii*, by W. Randolph Taylor. *Structure and Taxonomic Status of Trichogloea Herveyi*, by W. Randolph Taylor. Den Haag, 1951; 2 fasc. 24 cm.

Extraits de *Carnegie Institution Year Book*, n° 23, 1924 : *Report on the Marine Algae of the Dry Tortugas*, by W. Randolph Taylor. N° 24, 1925 : *Observations Upon the Food of Certain Tortugas Fishes*, by W. H. Longley, W. L. Schmitt, W. R. Taylor. — *Second Report on the marine algae of the dry Tortugas*, by W. Randolph Taylor. N° 25, 1925-1926 : *Third Report on the marine algae of the dry Tortugas*, by W. Randolph Taylor; 4 tirages à part 25 cm.

Extraits de *Revue algologique*, n° 2, 1925 : *The Marine flora of the dry Tortugas*, by W. Randolph Taylor. N° 5, fasc. 3-4, 1930 : *A synopsis of the marine algae of Brazil*, by W. Randolph Taylor; 2 fasc. 25 cm.

The Alpine algal vegetation of the mountains of British Columbia, by W. Randolph Taylor, in *Proceedings of the Academy of natural Sciences of Philadelphia*, vol. LXXX, 1928; 1 fasc. 27 cm.

Alpine algal flora of the mountains of British Columbia, by W. Randolph Taylor, in *Ecology*, vol. IX, n° 3, 1928; 1 fasc. 27 cm.

Observations of Amœbidium parasiticum Cienkowski, by W. Randolph Taylor, in *Journal of the Elisha Mitchell Scientific Society*, vol. 44, n° 1, 1928; 1 fasc. 25,5 cm.

Extraits de *Proceedings of the international Congress of Plant Sciences*, vol. 1 et 2, 1929 : *Chromosome structure in mitosis and meiosis*. — *Remarks following professor Otto Heilborn's paper*, by W. Randolph Taylor; 2 tirages à part 24,5 cm.

Notes on the marine algae of Florida, by W. Randolph Taylor, in *Bulletin of the Torrey Botanical Club*, 56, 1929; 1 fasc. 23 cm.

General botanical microtechnique, by W. Randolph Taylor, in *Stain Technology*, vol. 6, 1931; 1 fasc. 23,5 cm.

Notes on new or little-known marine algae from Brazil, by M. A. Howe, W. R. Taylor, in *Brittonia*, vol. 1, n° 1, 1931. New-York, Botanical Garden; 1 fasc. 25 cm.

Methods for collection and Ftudy of Fresh-water algae, by W. Randolph Taylor, in *The journal of the Michigan Schoolmasters' Club*. Ann Arbor, University of Michigan, 1933; 1 fasc. 23 cm.

Extraits de *Papers of the Michigan Academy of Science, Arts and Letters*, vol. XVII, 1932, et vol. XXI, 1935 : *Notes on algae from the tropical Atlantic Ocean*. II et III by W. Randolph Taylor. Vol. XIX, 1933. *The fresh-water algae of Newfoundland*, Part I et II, by W. Randolph Taylor. Vol. XXII, 1936 : *Notes on North Atlantic marine algae*. I, by W. Randolph Taylor. Vol. XXIV, 1938 et vol. XXXI, 1945 : *Algae collected by the Hassler, Albatross, and Schmitt expeditions*. II. *Marine algae from Uruguay, Argentina, the Falkland Islands, and the strait of Magellan*. III. *Marine algae from Peru and Chile*, by W. Randolph Taylor. Vol. XXVI, 1940 : *Notes on the marine algae of Texas*, by W. Randolph Taylor. Vol. XXVIII, 1942 : *Marine algae from Haiti collected by H. H. Bartlett in* 1941, by W. Randolph Taylor. Vol. XXXVI, 1950 : *Reproduction of* Acrosymphyton *Caribaeum*, by W. Randolph Taylor. Vol. XXXVII, 1951 : *Bermudian Marine Vaucherias of the section Piloboloideae*, by W. Randolph Taylor, Albert J. Bernatowicz. Vol. XXXVIII, 1952 : *The relation of* Dichotomosiphon Pusillus *to the algal* genus *Boodleopsis*, by W. Randolph Taylor, Aylthon B. Joly, Albert J. Bernatowicz. Vol. XXXIX, 1954 : *Distribution of marine algae in the Gulf of Mexico*, by W. Randolph Taylor. Vol. XL, 1955 : *Notes on algae from the tropical Atlantic Ocean*, IV, by W. Randolph Taylor; 14 fasc. 23,5 cm.

Marine algae from the Yucatan Peninsula, by W. Randolph Taylor, in *Carnegie Institution of Washington Publication*, n° 461, 1935; 1 fasc. 25 cm.

Phytoplankton of Isle royale, by W. Randolph Taylor, in *Transactions of the microscopical Society*, vol. LIV, n° 2, 1935; 1 fasc. 24 cm.

Phaeaphycean life-histories in relation to classification, by W. Randolph Taylor, in *Botanical Review*, vol. 2, 1936; 1 fasc. 22,5 cm.

Marine algae of the Northeastern coast of north America, by William Randolph Taylor. Illustrated by Chin-Chih Jao. Ann Arbor, University of Michigan Press, 1937; 1 vol. 24 cm.

Fresh-Water Algae from the Peten District of Guatemala, by W. Randolph Taylor, in *Botaniska Notiser* 1939; 1 fasc. 23,5 cm.

Algae collected on the presidential cruise of 1938, by W. Randolph Taylor. Washington, The Smithsonian Institution, 1939; 1 fasc. 24,5 cm.

Marine algae from Long Island, by W. Randolph Taylor, in *Torreya*, 40, 1940; 1 fasc. 23 cm.

Marine algae of the Smithsonian-Hartford expedition to the West Indies, 1937, by W. Randolph Taylor, in *Contributions from the U. S. National Herbarium*, vol. 28, Part. 3. Washington 1940; 1 fasc. 24 cm.

Tropical marine algae of the Arthur Schott herbarium, by W. Randolph Taylor. Chicago, *Field Museum of natural history*, vol. 20, n° 4, 1941; 1 fasc. 24 cm.

Allan Hancock Atlantic expedition, Report number 2. *Caribbean marine algae of the Allan Hancock expedition* 1939, by W. Randolph Taylor. Los Angeles, Calif., The University of southern California Press, 1942; 1 vol. 23,5 cm.

Instructions to naturalists in the armed forces for botanical Field Work. N° I. *The collecting of Seaweds and freshwater algae*, by W. Randolph Taylor. Ann Arbor, 1944; 1 fasc. 21 cm.

William Gilson Farlow promoter of phycological research in America 1844-1919, by W. Randolph Taylor, in *Farlowia*, vol. 2, 1945; 1 fasc. 23 cm.

Allan Hancock Pacific expeditions. Vol. 12. *Pacific marine algae of the Allan Hancock expeditions to the Galapagos Islands* (Plates 1-100), by William Randolph Taylor. Los Angeles, The University of Southern California Press, 1945; 1 vol. 23,5 cm.

Reproduction of Dudresnaya crassa Howe, by W. Randolph Taylor, in *Biological Bulletin*, vol. 99, n° 2, 1950; 1 tirage à part 25 cm.

Marine algal vegetation of the Marshall Islands in Comparison with other tropical areas, by W. Randolph Taylor, in *Proceedings of the seventh international botanical Congress*, Stockholm, 1950; 1 tirage à part 26 cm.

Plants of Bikini and other Northern Marshall Islands, by William Randolph Taylor. Ann Arbor. The University of Michigan Press, 1950; 1 vol. 24 cm.

Field preservation and shipping of biological specimens, by W. Randolph Taylor, in *Furtox News*, vol. 28, n° 2, 1950; 1 tirage à part 23 cm.

Survey of the marine algae of Bermuda, by W. Randolph Taylor, in *Year Book of the American Philosophical Society for* 1951; 1 extrait 23cm.

Notes on Vaucheria longicaulis Hoppaugh, by W. Randolph Taylor, in *Madroño*, vol. XI. Ann Arbor, 1952, 1 tirage à part, 24 cm.

The algal genus Chrysophaeum, by W. Randolph Taylor, in *Bulletin of the Torrey botanical club*, vol. 79, n° 1, 1952; 1 feuillet 25 cm.

Sketch of the character of the marine algal vegetation of the shores of the gulf of Mexico, by W. Randolph Taylor, in *Fishery Bulletin of the fish and Wildlife service*, vol. 55. Washington, Fish and Wildlife Service, 1954; 1 fasc. 26 cm.

Marine species of Vaucheria at Bermuda, by W. Randolph Taylor, Albert J. Bernatowicz, in *Bulletin of marine science of the Gulf and Caribbean*, vol. 2, n° 2, 1952; 1 fasc. 23cm.

Algae : Non-Planktonic, by Randolph Taylor, in *The Botanical Review*, vol. 20, n°s 6-7, 1954; 1 fasc. 22,5 cm.

Marine algal flora of the Carribean and its extension into neighbouring Seas, by W. Randolph Taylor. Los Angeles, University of southern California Press, 1955; 1 fasc. 23,5 cm.

(*A suivre.*)